COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Des propriétés électro-chimiques des corps simples, et de leur application aux arts; par* M. **Becquerel**. (Extrait.)

« L'électro-chimie a fait de tels progrès depuis quelques années, qu'il est possible maintenant de résoudre une foule de questions relatives aux sciences physico-chimiques, qui ne paraissaient pas susceptibles de solution avec les moyens dont on disposait avant l'emploi simultané des forces chimiques et des forces électriques dans l'étude des phénomènes moléculaires. Cette branche nouvelle de nos connaissances sert de lien à la physique et à la chimie, son but étant d'établir les rapports existants entre les affinités, les forces électriques et les forces physiques, sans se préoccuper de savoir si les premières dérivent ou non des secondes.

» Aussitôt que l'on eut découvert l'action chimique des courants électriques, on étudia particulièrement les phénomènes généraux qui s'y rapportent, à l'aide de piles formées d'un grand nombre d'éléments. On suit aujourd'hui une autre direction : on cherche à produire de semblables effets avec des appareils simples, peu dispendieux, à la portée de tout le monde

et qui permettent d'opérer des décompositions et des combinaisons sous l'influence d'actions lentes, et d'étudier les propriétés électro-chimiques de chaque corps, dont l'ensemble compose l'électro-chimie, propriétés tellement importantes, qu'elles ne peuvent être séparées à l'avenir des propriétés chimiques. Envisagée sous ce point de vue, la question est très-vaste; puisqu'elle embrasse tous les corps. Aussi, dans l'état actuel des choses, on ne peut s'attacher qu'aux points principaux et poser quelques jalons pour l'avenir, en y rattachant toutefois les questions de chimie générale et d'application aux arts qui en découlent naturellement. Tel est le but que je me suis proposé dans le travail que j'ai entrepris depuis plusieurs années et qui se composera probablement d'autant de mémoires qu'il y a de corps simples.

» Je commencerai d'abord par présenter à l'Académie quelques considérations générales pour lui faire mieux connaître le plan que je me suis proposé dans mon travail, en indiquant en même temps les moyens dont je fais usage.

» Après avoir analysé les effets électriques produits dans les actions chimiques, et montré l'emploi que l'on pouvait en faire pour former un grand nombre de composés analogues à ceux que l'on trouve dans la nature, je me servis du même mode d'expérimentation pour vaincre les plus fortes affinités, telles que celles qui unissent l'oxygène aux métaux des terres et qui exigeaient, avant, les moyens les plus énergiques dont pût disposer la chimie. Ce mode d'expérimentation, le plus simple possible, consiste à faire fonctionner sans interruption, avec une force à peu près constante, pendant des jours, des mois et même des années, un appareil composé d'un ou de deux métaux différents, communiquant métalliquement ensemble et réagissant sur un même ou sur deux liquides différents, séparés l'un de l'autre par un diaphragme convenablement choisi, qui, tout en s'opposant à leur mélange, laisse passer un courant électrique d'une intensité suffisante pour produire des réactions chimiques, même les plus puissantes, de sorte que le même courant sert à l'analyse et à la synthèse. C'est en suivant une marche semblable, en se servant des mêmes appareils, que M. de la Rive est parvenu à dorer les métaux, et que M. Jacobi a créé l'art de la galvanoplastique.

» Je montrai encore que lorsqu'on opérait sur un mélange de plusieurs solutions métalliques, il existait un rapport tel entre l'intensité du courant et les quantités atomiques des diverses substances dissoutes, que l'on pouvait retirer à volonté une ou plusieurs d'entre elles en laissant les autres dans la solution; qu'en général le courant exerçait son action décomposante

sur les substances combinées en vertu des moindres affinités, mais que l'action des masses exerçait néanmoins une telle influence, que les plus fortes affinités pouvaient être vaincues par l'action d'un courant sans que les plus faibles le fussent, propriété importante qui doit être prise en considération dorénavant dans les décompositions électro-chimiques.

» Les principes que j'ai établis à cet égard, pour être applicables à la métallurgie, c'est-à-dire à la séparation des métaux dissous dans un liquide quelconque, présentent de grandes difficultés, si l'on veut s'en tenir à un courant de même intensité, car on ne peut pas toujours, dans les opérations en grand, avoir en dissolution les métaux dans des rapports de poids déterminés. Il fallait donc recourir à des principes d'une application plus facile, analogues à ceux dont j'ai fait usage pour retirer le plomb et le manganèse de dissolutions renfermant d'autres métaux, sans qu'il en restât aucune trace appréciable aux réactifs les plus sensibles.

» Les méthodes fondées sur ces principes, faciles à employer dans les opérations de laboratoire, ne peuvent être à la vérité d'aucune utilité dans les arts, car le manganèse et le plomb, au lieu d'être obtenus à l'état métallique, sont retirés à l'état de peroxyde; mais ces méthodes ont néanmoins l'avantage de montrer que l'on peut arriver à la solution de la question, sans avoir recours à la loi des masses. On y parvient effectivement en mettant à profit les propriétés électro-chimiques des corps, qu'il faut étudier d'une manière spéciale, si l'on veut en faire des applications aux arts. Telle est la direction que j'ai suivie dans le travail dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui la première partie à l'Académie.

» Dans mes recherches électro-chimiques, mon but n'a donc jamais été, comme quelques personnes l'ont pensé et écrit, de prouver *que les affinités ont une origine électrique, et qu'en définitive toutes les opérations chimiques se réduisent à des effets électriques et dépendent par conséquent de forces physiques*, mais bien de montrer comment on peut faire concourir l'action de l'électricité dégagée dans les plus faibles réactions chimiques (action dont on ne tenait pas compte jadis), avec celle des affinités pour augmenter ou diminuer l'énergie de ces dernières, de même que l'on emploie l'action de la chaleur pour détruire la force d'agrégation et provoquer le jeu des affinités, là où elles ne se manifestent qu'à un faible degré. Sous ce point de vue, l'électro-chimie n'est qu'une annexe de la chimie. Si leur adjonction ne s'est pas encore opérée, si quelques chimistes n'ont pas jugé convenable de l'adopter, soit dans leurs cours, soit dans leurs écrits, la raison en est toute simple. Quand une nouvelle bran-

che de science appartient également à deux autres sciences, ou du moins sert d'intermédiaire entre elles, les uns la considèrent comme devant faire partie de la première, les autres, de la seconde ; d'où résulte qu'il peut arriver que cette branche ne soit comprise ni dans l'une, ni dans l'autre de ces deux sciences. C'est précisément ce qui arrive dans le cas actuel. Il faut donc laisser au temps, qui sanctionne ce qui est bon et répudie ce qui est mauvais, le soin d'opérer la fusion. En attendant, la science marche et les applications se succèdent rapidement.

» Ces considérations m'engagent à revenir sur une des bases de l'électro-chimie qui est encore un sujet de discussion entre quelques physiciens. On ne peut cultiver cette branche des sciences physico-chimiques, qu'autant que l'on a fait une étude approfondie des effets électriques produits :

» 1°. Dans le contact des solides, sous l'influence d'agents extérieurs :

» 2°. Dans le contact des solides et des liquides ;

» 3°. Dans le contact des liquides, car ce sont ces effets qui donnent naissance aux courants électriques agissant comme force chimique. C'est en me livrant assidûment à ce genre de recherches que j'ai reconnu, comme M. de la Rive et tout récemment M. Faraday, dans leurs importants Mémoires, qu'il n'y a d'effets électriques de contact qu'autant qu'il y a action chimique calorifique, ou bien un dérangement quelconque dans la position naturelle d'équilibre des molécules, et qu'il est impossible de rendre compte de tous les effets observés et des anomalies apparentes qui se présentent fréquemment, si l'on ne prend pas une de ces causes en considération. M. de la Rive, il faut le dire, est le premier qui se soit prononcé le plus énergiquement et de la manière la plus exclusive en faveur de cette opinion.

» Les partisans de la théorie du contact, n'envisageant la question que sous un seul point de vue, ne peuvent expliquer que très-peu des faits que l'on découvre chaque jour, et qui, en raison de leur nombre, débordent de toutes parts cette théorie, dont l'avantage est seulement de fournir à l'analyse mathématique un principe simple, à l'aide duquel on peut, dans quelques cas particuliers, déduire, de formules renfermant des constantes arbitraires, les résultats de l'expérience. C'est là un des motifs qui ont contribué à maintenir encore cette théorie dans la science. Au surplus, en se bornant à discuter sur un principe, sans apporter à l'appui de son opinion d'autres faits que ceux connus, ou qui sont analogues, la science n'avance point, et chacun reste avec sa conviction, ce qui serait arrivé si l'on n'eût pas démontré l'insuffisance de la théorie de Volta pour expli-

quer une foule de faits nouveaux. Dans mon *Traité d'Électricité*, tout en m'exprimant d'une manière aussi explicite sur la théorie du contact, j'ai avancé néanmoins que lorsque deux corps, ayant de l'affinité l'un pour l'autre, étaient en contact, sans qu'il y eût combinaison, il pouvait arriver que l'action des forces chimiques, commençant à agir, troublât l'équilibre des molécules et mît en liberté une très-petite quantité d'électricité, qui n'était pas capable de produire des courants électriques continus. Une observation extrêmement curieuse m'avait permis d'en tirer cette induction. Voici, au reste, les principaux faits sur lesquels on s'appuie pour attribuer à l'électricité de la pile une origine chimique :

» 1°. Il n'y a pas d'action chimique sans un dégagement considérable d'électricité;

» 2°. Une pile de Volta, chargée avec un liquide n'agissant chimiquement sur aucun des deux éléments dont se compose chaque corps, ne se charge pas, c'est-à-dire qu'elle ne donne ni courant, ni électricité de tension; un des deux éléments est-il attaqué, même très-faiblement par le liquide, on a aussitôt des effets de courant et des effets de tension. L'action chimique devient-elle plus considérable, ces actions croissent en intensité. En un mot, l'intensité des effets électriques est en rapport avec l'énergie de l'action chimique. On voit donc que pour obtenir des effets électriques avec la pile, il faut détruire peu à peu l'un des deux métaux; de plus, le sens du courant dépendant de l'élément qui est le plus attaqué, on peut à volonté, dans une pile voltaïque, en la chargeant avec de l'eau acidulée ou une solution de sulfure alcalin, changer le sens du courant. Dans le premier cas, le pôle positif est du côté zinc; dans le second, du côté cuivre.

» Ces faits généraux, joints à une foule d'autres particuliers que je ne puis rappeler ici, ont mis à même d'en tirer la conséquence que l'électricité dégagée dans la pile émane entièrement de l'action chimique.

» Ce principe une fois établi, on a pu expliquer, en s'appuyant surtout sur la théorie ingénieuse de M. de la Rive, confirmée par les expériences de M. Peltier, comment il se fait qu'avec un seul couple on obtient les mêmes effets décomposants qu'avec une pile de 100 éléments, pourvu toutefois que le liquide ou les liquides qui servent à le faire fonctionner, soient disposés de manière à recueillir le plus possible de l'électricité dégagée. Ces effets ne sauraient être expliqués dans la théorie de Volta, qui pose en principe que la quantité d'électricité dégagée au contact de deux corps est si faible, qu'il faut employer un condensateur pour en accuser la présence;

ce qui n'est pas le cas dans mes appareils, où il n'entre qu'un seul couple.

» En présence d'un si grand nombre de faits favorables à la théorie électro-chimique, les partisans du contact ne peuvent s'empêcher de reconnaître l'influence de l'action chimique dans la production de l'électricité de la pile; mais, voulant défendre néanmoins le terrain pas à pas, ils prétendent que l'action chimique n'agit qu'en donnant naissance à des produits dont le contact avec les éléments de chaque couple est la cause des effets électriques. Cette objection, sans être sérieuse, pouvait être soutenue cependant, et elle l'a été effectivement par Davy, à une époque où l'on n'avait pas analysé complétement les phénomènes électriques produits dans les actions chimiques; mais il est facile aujourd'hui de la détruire complétement au moyen de l'observation suivante, due à mon fils Edmond.

» Lorsqu'une substance agit sur une autre, sous l'influence de la lumière, il se produit des effets électriques, comme dans toutes les réactions chimiques, lesquels effets se manifestent tant que persiste cette influence. Vient-elle à cesser, il n'y a plus aucun signe d'électricité, et cependant le contact des substances nouvellement formées avec les lames métalliques subsiste toujours, et rien n'est changé dans le circuit. Cette expérience, que je regarde comme fondamentale, et dont le détail se trouve dans mon Mémoire, montre donc qu'un contact qui n'est pas suivi d'une action chimique ne saurait troubler l'équilibre des forces électriques. On ne pouvait résoudre complétement la question qu'à l'aide de la lumière, qui permet de faire naître et disparaître à volonté l'action chimique, sans détruire le contact, condition qui ne peut être remplie avec les agents chimiques ordinaires.

» Les considérations précédentes démontrent donc la nécessité d'étudier avec soin les effets électriques produits dans les actions chimiques, si l'on veut se livrer avec fruit à des recherches électro-chimiques et aux applications qui en découlent. Cette digression m'a paru utile à l'époque actuelle, où quelques personnes essayent encore de faire revivre la théorie de Volta. Au surplus, la question est tellement complexe, qu'elle ne saurait être scindée; pour la traiter complétement, il faut l'envisager sous les rapports physiques et chimiques, sans quoi l'on ne peut qu'errer dans les conséquences que l'on tire des expériences.

» J'arrive maintenant au but de mon travail, c'est-à-dire aux recherches électro-chimiques que j'ai entreprises sur les corps simples, en commençant

par l'or, et en y rattachant les questions de chimie et de technologie auxquelles elles m'ont conduit.

De l'or.

» La décomposition électro-chimique des dissolutions métalliques aurifères, opérée de manière à séparer l'or des autres métaux, est le but que je me suis proposé dans ce Mémoire ; mais, traitant la question sous le point de vue le plus général, j'ai dû m'occuper d'abord des différents moyens à l'aide desquels on retire ce métal de ses minerais, afin de les comparer entre eux et montrer en même temps la liaison intime existant entre l'électro-chimie, la chimie et ses applications aux arts. Ce plan est vaste, je l'avoue, et lors même qu'il ne me serait donné de le suivre que dans quelques-unes de ses parties, du moins la marche que j'aurai suivie et les résultats auxquels j'aurai été conduit pourront, je l'espère, être utiles aux sciences physico-chimiques.

» J'ai pris l'or dans les minerais les plus pauvres, je l'ai suivi dans les diverses préparations qu'on leur fait subir pour les enrichir; puis j'ai exposé succinctement quelques-unes des méthodes de traitement en usage, pour montrer les perfectionnements qu'on peut y apporter, et enfin j'ai traité la question électro-chimique et les applications aux arts.

» Sans parler des divers gisements de l'or, je me bornerai à dire que c'est principalement dans les sables aurifères ou détritus provenant de la décomposition de roches dites aurifères, et qui occupent des espaces considérables, que l'on retire la plus grande partie de l'or qui entre journellement dans la circulation.

» L'or étant souvent en quantités très-minimes dans ces sables, comme c'est le cas dans l'Oural, dans l'Altaï et dans d'autres localités, ce qu'il y a de mieux est de leur faire subir des lavages successifs, afin d'arriver à un schlick suffisamment concentré pour qu'il y ait avantage à le traiter soit par l'amalgamation, soit par la fonte; car, en continuant le lavage jusqu'à l'or, comme on le fait encore dans un grand nombre de localités, on n'obtient que des paillettes et de petites pépites appréciables à la vue, tandis que l'on perd les parcelles de ce métal qui se trouvent dans les pyrites, ainsi que celles qui, en raison de leur ténuité, sont emportées par les eaux; d'un autre côté, l'expérience démontre que plus les minerais sont riches, plus la perte est considérable, toutes proportions gardées. Il y a donc nécessité de s'arrêter à un certain degré de concentration, si l'on ne veut pas éprouver de pertes grandes. Pour éclairer l'exploitant à cet égard, il faut évaluer la

perte d'or à différentes époques du lavage, soit dans les opérations en grand, soit dans les essais de laboratoire.

» Les premières expériences sur une grande échelle ont été faites par M. Boussingault, notre confrère, pendant son séjour dans la Bolivie, et je dois à son obligeance la communication des résultats qu'il a obtenus. Dans l'impossibilité où je suis d'exposer ici les détails de ces expériences, qui se trouvent dans mon Mémoire, je rapporterai seulement les principaux résultats, qui sont significatifs.

» 1re expérience. On a soumis au lavage 10,509 livres anglaises :

» Ces 10,509 l. renfermaient, or pur	$3^{gr.},995$	argent pur,	$10^{gr.},824$
» On a retiré.	1 091	*id.*	426
» Perte totale du lavage, or.	$2^{gr.},904$	argent	$10^{gr.},398$

» On voit par là que dans un lavage exécuté avec le plus grand soin, on n'a retiré qu'un peu plus du tiers de l'or contenu dans les pyrites et environ le $\frac{1}{25}$ de l'argent. Dans une 2e expérience, on a perdu un peu plus des $\frac{3}{4}$ de l'or et le $\frac{1}{16}$ de l'argent. Dans la 3e expérience, la perte a été moins grande, puisqu'elle n'est montée qu'à un peu moins de la moitié de l'or et aux $\frac{5}{6}$ de l'argent; mais il faut dire aussi que c'est la seule qui ait présenté une différence aussi faible. Ces résultats, et d'autres qui viennent à l'appui, donnent la limite des pertes d'or et d'argent que l'on fait dans le lavage des pyrites aurifères dans la Bolivie, lorsqu'on le pousse jusqu'à l'or. C'est à la suite de ces expériences que M. Boussingault sentit la nécessité de griller ces pyrites pour en séparer l'or, quand elles ne pouvaient pas être décomposées spontanément, comme à Marmato. Ces résultats me frappèrent tellement, que je résolus de faire une série d'expériences pour m'assurer si ces pertes, dans le lavage des minerais et sables aurifères de diverses localités, ne seraient pas en rapport avec celles trouvées par notre confrère. J'employai à cet effet des minerais de l'Oural et de l'Altaï, que le gouvernement russe m'avait envoyés, en assez grande quantité, pour des recherches électro-chimiques: ces minerais sont soumis dans les localités au lavage à la sébille. Leur envoi était accompagné d'un tableau des essais faits en Russie par la voie sèche et par la voie humide, essais qui ne se sont pas trouvés d'accord, à beaucoup près, avec ceux que j'ai faits ici, en suivant l'excellente méthode de M. Berthier, qui consiste à fondre les pyrites aurifères avec dix parties de litharge et deux parties de nitre. J'y ai ajouté quelques centigrammes d'argent, afin de ne point perdre dans la coupelle la très-petite quantité d'or qui devait s'y trouver, la teneur de ces minerais ne s'élevant guère en moyenne au-dessus de 0,000005.

» On croit généralement dans l'Oural que le grillage des pyrites aurifères, recommandé par M. Boussingault comme indispensable avant le lavage et l'amalgamation, entraîne ordinairement perte d'or et d'argent. Cette opinion m'ayant paru reposer sur des expériences inexactes, j'ai voulu vérifier l'assertion en en faisant de nouvelles sur une grande échelle; j'ai reconnu constamment que la teneur du minerai cru et celle du minerai grillé ne présentaient jamais d'autre différence que celle résultant du poids.

» Ce premier point étant établi, je n'hésitai pas dans les expériences en grand que je devais faire sur les essais et le traitement, à griller le minerai; mais avant j'ai voulu connaître comment l'or était réparti et quelle pouvait être la perte faite dans le lavage. J'opérai d'abord sur le minerai de Blagovejensk, fortement concentré par le lavage.

» Trois kil. de ce minerai, broyé et tamisé, mais non très-fin, puis soumis au lavage par lévigation, ont fourni des parties grosses et des parties fines qui ont été essayées séparément avant ou après grillage. On a été conduit à ce résultat que les parties fines ont une teneur à peu près égale à celle des parties grosses, et que la teneur moyenne est beaucoup plus considérable que celle indiquée dans le tableau envoyé. Les expériences ont été recommencées sur 10 kilogr. du même minerai non concentré, et dont la teneur était d'environ 0,00001, les résultats ont été semblables. On devait conclure de là que l'or y étant également réparti, devait s'y trouver dans un état de division extrême, et que pour en retirer le plus possible par le lavage, il fallait bocarder et broyer à un degré de finesse convenable pour que les parties les plus fines ne renfermassent plus qu'une teneur insignifiante. En ne suivant pas cette marche, les pertes ne peuvent être que considérables.

» Je passe sous silence toutes les expériences que j'ai faites sur d'autres minerais, et dont les détails ne pourraient trouver place ici. Je dirai seulement qu'en comparant mes résultats avec ceux de M. Boussingault, quoique nous n'ayons pas suivi la même marche, on voit qu'ils sont à peu près les mêmes, c'est-à-dire que la perte de l'or dans le lavage est quelquefois les deux tiers, les trois quarts, et même au-delà de la véritable teneur, et que dès lors on doit faire subir aux pyrites aurifères et au minerai la préparation mécanique nécessaire pour diminuer cette perte. La manière d'opérer à Marmato devrait servir de guide à cet égard dans toutes les grandes exploitations.

» Après avoir passé en revue les différents modes d'amalgamation des mine-

rais d'or, j'ai fait usage d'un procédé particulier d'amalgamation dont l'industrie pourra peut-être tirer parti et dont je vais essayer de donner une idée.

» Quel est le but de l'amalgamation au moulin? c'est de diviser le mercure en gouttelettes, afin qu'il puisse saisir les parcelles d'or partout où il y en a; mais cette division ne peut jamais être assez grande, quelle que soit la durée de l'opération, pour qu'il se trouve du mercure dans tous les endroits où il existe de l'or; de sorte que ce dernier ne peut jamais être retiré en entier. Pour parer à cet inconvénient, j'ai substitué au moulin un mécanisme au moyen duquel on présente aux parcelles d'or une grande étendue de surface de mercure, afin qu'il y ait plus de chances d'enlever l'or et de perdre moins de mercure.

» L'appareil se compose, 1° d'une auge en bois, destinée à recevoir le minerai aurifère; 2° d'une masse parallélipipédique en zinc, évidée à l'extérieur, de manière à former quatre surfaces paraboliques. Cette masse, dont la surface est amalgamée, est portée par deux tourillons reposant dans deux gorges pratiquées dans deux faces parallèles de l'auge; ainsi disposée, elle est mise en mouvement, plus ou moins rapidement, au moyen d'une manivelle.

» On conçoit, d'après cette disposition, que lorsque le minerai, dans un état de division suffisant, est introduit dans l'auge avec du mercure et une certaine quantité d'eau, de manière à le transformer en pâte liquide, si l'on fait tourner le zinc, les arêtes des surfaces paraboliques prennent au fond de la caisse le minerai, qui s'étend sur les surfaces amalgamées et leur abandonne l'or qu'il renferme, ainsi qu'une portion du mercure; mais, comme le mouvement de rotation continue pendant un certain temps, toutes les parties du minerai touchant successivement le zinc amalgamé, aucune parcelle d'or ne doit échapper à l'action du mercure.

» L'amalgame formé reste sur le zinc ou tombe au fond de la caisse, quand le poids en est trop fort; en outre, les gouttelettes de mercure, à mesure qu'elles se forment, sont enlevées par le zinc et retombent; ainsi de suite. Quand on juge l'opération terminée, on retire le zinc, on enlève de dessus la surface le plus possible d'amalgame, on lave le minerai, et l'on opère ensuite comme dans l'amalgamation.

» Je crois en avoir dit assez pour faire connaître le mode d'action de l'appareil avec lequel j'ai expérimenté.

» Dans une expérience qui a duré dix heures, et dans laquelle on a opéré sur $2^{kil},500$ du minerai de Blagovejensk concentré, dont la teneur était de 0,00012, je n'ai laissé dans les résidus que 0,00001.

» En réfléchissant à ce procédé, on ne peut disconvenir qu'il n'offre des avantages sur les moulins, car il vaut mieux présenter aux parcelles d'or, pour s'en emparer, de larges surfaces recouvertes de mercure, que des globules de ce métal.

» L'appareil que j'ai décrit dans mon Mémoire aura besoin d'être modifié dans la pratique. On n'aurait pas besoin, par exemple, de faire l'agitateur en zinc plein ; il pourrait être en bois recouvert de lames de zinc, ou de cuivre, qui s'amalgame suffisamment pour l'opération.

» J'ajouterai, en terminant, qu'il ne se détache qu'une quantité très-faible d'amalgame de zinc du corps de l'appareil.

» Après avoir traité avec assez de développement ce qui concerne la préparation mécanique des minerais et leur traitement par le mercure, j'expose les recherches électro-chimiques que j'ai faites sur l'or et ses composés, recherches qui ont plutôt un but scientifique qu'industriel.

» J'ai commencé par montrer le parti que l'on pouvait tirer de la chaleur produite par le passage d'un courant électrique très-intense, dans un fil de métal très-mauvais conducteur de l'électricité, tel que le platine, pour faire des essais de minerais d'or ou autres, obtenir des effets de fusion, etc.

» Si l'on prend un fil de platine d'un demi à un millimètre de diamètre, et même au-delà, et qu'on y fasse passer un courant énergique, ce fil devient incandescent dans son milieu. Mais si, au lieu de prendre un fil droit, on se sert d'un fil enroulé, dans sa partie moyenne, en spirale, dont les spires vont en diminuant, de manière à former un cône, ou bien qu'on l'enroule en hélice, la chaleur se concentre alors sur un espace très-restreint, et si elle est poussée jusqu'au rouge-blanc, on a alors dans l'espace circonscrit une température excessivement élevée, capable de fondre les substances les plus réfractaires.

» La spirale est destinée à recevoir de petits creusets; l'hélice, des capsules ou de petites coupelles.

» En opérant avec une pile à courant constant, dont je donne la description dans mon Mémoire, on maintient la température au même degré pendant des heures entières.

» Si l'on veut opérer avec des piles à très-grandes surfaces, on conçoit que l'on puisse alors obtenir de grands effets de fusion. Les creusets, suivant les effets que l'on veut produire, sont en métal, en porcelaine, en argile réfractaire; ces derniers doivent être en général, pour des piles ordinaires, à parois minces. On peut faire usage également de creusets en charbon;

mais il résulte alors une chaleur excessive de l'action combinée de la combustion du charbon et du passage de l'électricité dans le fil. La cendre provenant de cette combustion se fond avec le flux et forme une enveloppe vitreuse, mince, qui enveloppe les spires du fil. Quand cette enveloppe n'est pas suffisamment épaisse, le bouton métallique se combine avec le platine.

» Veut-on augmenter la température, on place sous la spirale, ou l'hélice, une lampe à alcool, dont la flamme enveloppe entièrement le creuset: la chaleur devient alors si intense, qu'elle fond quelquefois les fils, même d'un assez gros diamètre; mais l'appareil est tellement disposé, que l'on peut éloigner à volonté la flamme du creuset et régler ainsi la température: avec un peu d'habitude, on est averti par la radiation lumineuse si l'on est près ou non du point de fusion du fil.

» Pour coupeller, on se sert de coupelles plates en cendres d'os, et l'on insuffle de l'air sur le bain métallique.

» J'ai pu opérer la fusion de quelques décigrammes de minerai d'or, dont la teneur était de 0,00002. Le bouton de retour était visible.

» Ce mode d'expérimentation, que j'ai décrit particulièrement en raison du principe, a l'avantage de pouvoir opérer dans divers milieux; car il suffit de placer la spirale dans une cloche renfermant les gaz que l'on veut faire réagir sur les substances d'essai.

» Je répète encore que, bien que mes expériences aient roulé sur de très-petites quantités de minerai d'or, si l'on opérait avec des piles d'une grande dimension, on pourrait agir sur des quantités plus considérables.

» Mon but n'a point été de chercher à substituer aux modes d'essais en usage, et qui ne laissent rien à désirer, un autre mode fondé sur les propriétés calorifiques des courants électriques, mais bien de montrer tout le parti que l'on peut tirer de l'agent électrique dans toutes les branches de la chimie.

» Mais s'il en est ainsi à l'égard de l'action calorifique de l'électricité, il n'en est pas de même de son action comme force chimique dans les essais par la voie humide, attendu qu'elle peut servir réellement, comme on va le voir ci-après, non-seulement pour les essais, mais encore pour les analyses, même en opérant sur des quantités assez considérables.

» Prenons d'abord une dissolution d'or et voyons comment, au moyen des forces électriques, on peut en déceler la présence, alors même que ce métal s'y trouve en très-petite quantité. On met cette dissolution dans un

entonnoir de verre, dont le bec est fermé, sur une étendue de 1 centimètre, avec de l'argile humectée d'eau salée, le bec étant coiffé avec un linge, pour empêcher celle-ci de tomber; le bec traverse la tubulure d'un bocal rempli d'une dissolution concentrée de sel marin dans laquelle se trouve une lame de zinc décapée. On introduit ensuite dans un tube de verre un fil de platine qui dépasse l'extrémité de quelques millimètres que l'on soude; le bout soudé est plongé dans la dissolution d'or. Le bout libre du fil qui sort par l'autre extrémité du tube est mis en communication avec la lame de zinc; au même instant, l'action électro-chimique commence par suite de l'action de l'eau salée sur le zinc. L'or se précipite peu à peu sur le très-petit bout du fil de platine qui plonge dans la solution d'or. Au bout de peu de temps, tout l'or se trouve déposé sur une très-petite étendue de surface. On coupe le bout, on pèse; on enlève l'or, on pèse de nouveau, et la différence donne le poids de l'or. On peut ainsi recueillir et peser des quantités très-minimes d'or renfermées dans une dissolution. J'indique dans mon Mémoire les précautions à prendre pour faire convenablement cette expérience.

» J'ai cherché ensuite la solution de cette question :

» Une dissolution quelconque, acide ou alcaline, renfermant de l'or et divers métaux, étant donnée, en retirer l'or dans un grand état de pureté. La solution de cette question exigeait l'emploi de principes nouveaux, que je vais exposer, et dont l'industrie pourra tirer parti dans plusieurs cas.

» Supposons qu'un métal oxydable soit en dissolution, dans un liquide quelconque, avec un autre qui l'est très-peu; si l'on veut séparer ce dernier de l'autre, en se servant de l'appareil décomposant formé d'un couple et d'un diaphragme en terre cuite, on agira comme il suit :

» On conçoit que si l'on verse dans la partie fermée par le diaphragme la dissolution métallique, et dans le vase où plonge ce diaphragme, une dissolution de même densité, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne renferme pas le métal que l'on veut retirer, celui-ci étant en très-petite quantité, il n'y aura point d'endosmose, ou du moins elle sera excessivement faible; c'est en cela que consiste le succès de l'expérience : en effet, opérons sur une dissolution renfermant de l'or, du cuivre, du fer. Commençons par une dissolution d'or et de cuivre dans l'eau régale.

» On verse la dissolution, que l'on a rendue aussi neutre que possible, dans le diaphragme, que l'on place dans un vase renfermant une dissolution de cuivre au même degré de concentration, et dans laquelle plonge une

lame de cuivre; dans l'autre, une lame de platine : les deux lames sont mises en communication. Le cuivre est immédiatement attaqué avec formation de protochlorure; le courant électrique qui en résulte a une intensité suffisante pour décomposer le chlorure d'or et non le chlorure de cuivre, car s'il se précipitait du cuivre, il y aurait un contre-courant qui détruirait l'autre, ce qui ne saurait avoir lieu.

» J'ai reconnu, d'une part, que l'or retiré par ce moyen était chimiquement pur, et que, dans une expérience où la dissolution renfermait $0^{gr},032$ d'or, on en a retiré $0^{gr},031$. On a donc perdu $0^{gr},001$ d'or dans la manipulation.

» Dans une autre expérience la perte n'a été que de $0^{gr},0005$; on doit donc l'attribuer à des erreurs presque inévitables dans des expériences de cette nature.

» J'ai appliqué ce mode d'expérimentation à l'essai d'un minerai de cuivre du Chili, dont je connaissais la teneur en cuivre. 10 grammes ont été traités par l'eau régale; puis, après filtration et lavage, on a chassé l'excès d'acide et l'on a dissous dans l'eau distillée. On a préparé une autre dissolution de chlorure de cuivre ayant la même densité, et l'on a opéré comme ci-dessus : la lame de platine a bientôt acquis la teinte de l'or; les pesées ont accusé à peu près $0^{gr},0005$ d'or, qui est sensiblement la teneur trouvée par un essai.

» Pour séparer l'or du fer dans une dissolution de ces deux métaux, on suit une marche absolument semblable. Les résultats ont été également satisfaisants, c'est-à-dire qu'on a retiré tout l'or contenu dans la dissolution, sauf la perte faite dans les manipulations.

» Il n'a été question encore que de dissolutions ne renfermant que de l'or et un autre métal; mais s'il s'agissait de dissolutions renfermant plusieurs métaux, on pourrait se servir des mêmes principes pour opérer leur séparation. S'il s'agit, par exemple, d'une dissolution de plomb, de cuivre, de fer et d'or, de laquelle on voulût retirer l'or, on préparerait une dissolution des trois premiers, dans les mêmes proportions, de manière à avoir une dissolution à peu près de même densité, et l'on disposerait l'expérience comme ci-dessus, en opérant avec un couple platine et cuivre. Le courant produit dans cette circonstance a juste la force nécessaire pour décomposer le chlorure d'or seulement, car il ne saurait réagir sur le chlorure de cuivre et encore moins sur les chlorures des métaux plus oxydables que lui.

» Pour retirer le cuivre sans toucher aux autres métaux, il faudrait rem-

placer la dissolution des trois métaux par une autre renfermant le plomb et le fer. Alors, en opérant avec un couple plomb et platine, ou fer et platine, on aurait le cuivre. Lorsque la dissolution où se trouve le métal attaqué ne réagit que faiblement sur ce métal, on y ajoute un agent capable d'augmenter la réaction; mais alors il faut l'introduire également dans l'autre dissolution.

» Après avoir étudié les principes précédemment exposés, et dont on a dû entrevoir immédiatement les applications à la métallurgie, j'ai dû m'occuper de la dorure sur métaux, en vertu d'actions électro-chimiques lentes, au moyen des appareils que je viens de décrire et en cherchant le moyen d'accélérer l'action sans employer une pile voltaïque. Un autre motif m'engagea à en agir ainsi. Suivant le plan que je me suis proposé, j'ai pris l'or dans les minerais les plus pauvres, je l'ai suivi dans toutes les transformations qu'on leur fait subir pour les traiter, en y faisant intervenir autant que possible l'action électro-chimique. Je dois examiner maintenant son emploi dans les arts, sous l'influence de la même action.

» M. de la Rive est le premier qui ait songé et ait réalisé l'idée d'appliquer l'or sur les métaux, en faisant usage de mes appareils électro-chimiques simples; mais, comme cela se voit fréquemment, celui qui découvre un art n'est pas toujours celui qui le porte à la perfection; car c'est dans la pratique que l'on reconnaît les avantages et les inconvénients dont on a besoin pour le perfectionnement; il faut pour cela le concours d'un grand nombre de personnes : en attendant, l'honneur appartient à l'inventeur. Immédiatement après la découverte de M. de la Rive, les physiciens et les industriels, en France, en Angleterre, en Allemagne, dans toute l'Europe en un mot, se mirent à l'œuvre pour perfectionner ce nouveau mode de dorure, soit en opérant avec des dissolutions plus convenables que celles indiquées par M. de la Rive, soit en faisant intervenir un certain nombre d'éléments de la pile de Volta. Malheureusement peu de résultats furent publiés, parce que l'on cherchait plutôt à spéculer qu'à en faire un but de recherches scientifiques. Des brevets d'invention, dont la date établit la priorité en faveur de M. Elkington, ont été pris; mais je n'ai pas à m'en occuper ici; je sais seulement que la publication la plus complète que la science ait enregistrée dans ses annales, est celle de M. de Ruolz, après toutefois celle de M. de la Rive, qui, pendant plus de dix ans, à ma connaissance, a cherché un procédé simple de dorure, sans l'intermédiaire du mercure. Je dois dire cependant que M. Elkington est le premier qui ait fait connaître que l'on pouvait substituer, dans la dorure

par la voie humide, au chlorure d'or, un autre sel d'or, l'aurate de potasse, ce qui était déjà un grand perfectionnement.

» A peine la communication de M. de Ruolz eut-elle été faite à l'Académie, que de toutes parts on apprit que différentes personnes étaient parvenues à dorer tous les métaux avec une assez grande perfection. M. Elkington est un de ceux qui, sous ce rapport, revendiquent la priorité. Nous voyons aussi dans une Notice de M. Louyet, insérée dans le tome VIII des *Annales de l'Académie de Bruxelles*, une réclamation de priorité relativement à l'emploi du bisulfure d'or dans le cyanure de potassium et d'éléments voltaïques. Suivant lui, ce procédé a été exposé, il y a huit mois, dans un cours public fait à l'école centrale de Bruxelles, par conséquent avant la publication de M. de Ruolz. Je me borne à indiquer ces faits, comme documents historiques, sans chercher à en discuter la valeur. Je dirai seulement que M. de Ruolz se distingue entre tous les prétendants à la découverte de la meilleure méthode pour la dorure au moyen de la pile, en ce qu'il a fait connaître le premier, à l'Académie, comment on pouvait appliquer avec facilité non-seulement l'or, mais encore un métal sur un métal quelconque. La question a donc été envisagée par lui de la manière la plus générale.

» Du choix des dissolutions dépendait le succès de l'application des métaux; sous ce rapport M. de Ruolz a été heureux, car celles dont il s'est servi sont les plus avantageuses qu'on ait encore trouvées jusqu'ici.

» Le rapport rempli de détails intéressants de votre Commission, par l'organe de M. Dumas, n'a donc rien dit de trop à cet égard.

» Le travail de M. de Ruolz y a été envisagé, comme elle le reconnaît elle-même, plutôt sous le point de vue technique que sous le rapport scientifique. C'est actuellement à la science à éclairer l'industrie naissante de la dorure électro-chimique, qui ne connaît le courant électrique que par la propriété qu'il possède de décomposer les corps, et de transporter leurs éléments en certains points ou sur certaines surfaces appelées *pôles*. Mais le courant électrique est comme un torrent qui renverse indistinctement tout ce qui s'oppose à son passage : il sépare, entraîne les parties dans deux directions différentes, suivant leur nature et les rapports chimiques qui les lient; et si l'on ne dirige pas son action, il agit pour ainsi dire tumultueusement en déposant d'un côté tous les corps qui jouissent des propriétés acides, de l'autre tous ceux qui se comportent comme alcalis; car, notez-le bien, il n'y a pas de composé chimique, organisé ou inorganisé, qui, obéissant à son action, ne se partage en deux éléments distincts, qui eux-

mêmes se partagent en deux autres, ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive aux éléments simples.

» Pour obvier à ce dépôt tumultueux à chaque pôle, il faut savoir régulariser la marche du courant, le forcer à prendre tel corps plutôt qu'un autre; il faut que le dépôt se fasse régulièrement sur toute l'étendue de la surface et que la couche en soit égale partout; il faut enfin se rendre maître de son action. Voilà, ce me semble, ce que la science doit indiquer à l'industrie; et n'est-ce pas faute de connaissances précises à cet égard, que rien n'annonce encore qu'on ait pris les précautions nécessaires pour que l'or soit également réparti sur toute la surface et que la dorure sur bijoux, au moyen de l'électricité, n'ait pas atteint le degré de perfection désirable, c'est-à-dire ce mat vif tant recherché. Ne serait-ce pas par hasard parce que l'on a opéré sur des dissolutions qui renfermaient encore quelques parties de fer et parce que l'action était trop rapide. Dans le premier cas, le courant amène sur la pièce à dorer, non-seulement l'or, mais encore le fer et les autres substances métalliques qui se trouvent dans la dissolution, quoique en petite quantité; dans le second cas, une action trop vive ne permettant pas aux molécules de se grouper régulièrement, empêche la production du mat vif.

» Ce sont des questions que j'examinerai ci-après.

» Il est facile d'expliquer aussi pourquoi certaines dissolutions d'or ne réussissent pas, tandis que d'autres produisent un excellent effet. Tout métal oxydable qu'on plonge dans une dissolution neutre d'or la décompose plus ou moins rapidement; l'or se réduit sur la surface du métal : mais si on le rend suffisamment négatif, il n'est plus attaqué par la dissolution et sa surface reste brillante. Augmente-t-on cet état négatif, alors il décompose la dissolution, non plus en raison de son affinité sur celle-ci, mais à cause de son pouvoir électro-chimique. C'est précisément ce qui arrive quand on plonge dans l'eau de mer, comme Davy l'a fait, un couple fer et cuivre; le fer, en rendant électro-négatif le cuivre, non-seulement le préserve, mais encore détermine une action électro-chimique, en vertu de laquelle l'eau et les sels qu'elle renferme sont décomposés, la soude et les bases se déposent sur le cuivre qui conserve son brillant. Il résulte de là qu'en opérant avec un courant électrique simple, si l'on étend suffisamment la dissolution d'or pour que la pièce à dorer qu'on plonge dedans soit assez négative pour ne plus réduire chimiquement le sel d'or, alors l'action électro-chimique décomposante commence. De même, en opérant avec un courant provenant d'une pile composée d'un grand nombre d'éléments, si la dissolution a une énergie suffisante pour réa-

gir sur le métal à dorer, même lorsque ce métal est en communication avec le pôle négatif, l'action de celui-ci est alors paralysée et le sel d'or est décomposé par l'action chimique directe et non par le courant. Voilà pourquoi il n'y a qu'un petit nombre de dissolutions aurifères qui puissent être employées. Un des avantages de l'emploi de la pile dans la dorure, comme le fait M. de Ruolz, est de séparer la dissolution métallique aurifère de l'appareil qui fournit le courant; dans ce cas on n'a pas à craindre des pertes d'or. Il n'en est pas de même avec les appareils électro-chimiques simples, tels que ceux employés jusqu'ici; mais on peut éviter en grande partie cette perte et arriver en même temps à un résultat semblable à celui de M. de Ruolz, en opérant toutefois avec des dissolutions suffisamment étendues; il faut alors plus de temps, mais aussi l'on arrive à la perfection. C'est là toute la différence qui existe entre le mode d'action des appareils composés et celui des appareils simples. Il ne faut, pour tout cela, qu'invoquer les principes précédemment énoncés. J'expose d'autant plus volontiers les recherches que j'ai faites à cet égard, que tout en pouvant être utiles, elles viennent à l'appui de l'opinion que j'ai émise il y a plus de quinze ans, qu'un seul couple formé d'un métal et de deux liquides différents, de deux métaux et d'un seul liquide, ou de deux liquides différents convenablement choisis, peuvent produire les mêmes effets qu'une pile composée d'un grand nombre d'éléments; seulement, avec plus ou moins de temps, selon le choix des substances employées, leur quantité et leur rapport. On peut ainsi, avec un seul couple, se passer dans un grand nombre de cas d'une pile, et même obtenir des effets que celle-ci ne peut donner, surtout quand on désire avoir des composés cristallisés. Il y a certes là un avantage, car la pile est d'un usage dispendieux et même incommode dans la science et dans la pratique : aussi tous mes efforts ont-ils tendu à la remplacer par un appareil simple que l'on emploie déjà dans les arts. M. de la Rive a suivi cette marche en faisant usage pour la dorure d'un appareil composé d'une plaque de zinc, de la pièce à dorer, d'un diaphragme en vessie contenant la dissolution neutre d'or où plonge cette pièce, et d'un bocal rempli d'eau acidulée dans laquelle plonge le zinc. Dès l'instant que le zinc communique avec le métal à dorer, la dissolution d'or est décomposée, l'or se précipite sur la surface du métal, qui devient noirâtre et légèrement dorée. Il suffit alors de frotter la pièce à dorer avec un linge fin pour obtenir le brillant. Après plusieurs immersions et opérations semblables, la pièce est dorée avec un beau poli, à peu près de même que par la méthode dite d'application; il est impossible d'obtenir par ce moyen le mat, comme le

donne la méthode de M. de Ruolz, ce qui restreint nécessairement ses applications, car le doreur tire un parti avantageux du mat qu'il transforme en poli à l'aide du brunissoir. Il est facile d'expliquer pourquoi il ne peut en être ainsi dans le procédé de M. de La Rive : la dissolution n'étant ni assez neutre, ni assez étendue, la pièce à dorer réagit chimiquement sur la dissolution d'or; il en résulte un courant électrique dirigé en sens inverse du premier, de façon que l'on n'a que la différence d'action des deux courants. C'est pour ce motif que la pièce est en partie dorée par l'action électro-chimique et en partie recouverte d'or réduit. En général, pour que l'action électro-chimique produite par le courant provenant de la réaction de l'eau acidulée sur le zinc soit à son maximum, il faudrait que la pièce à dorer ne fût pas attaquée par la dissolution aurifère : c'est ce qui a lieu pour le platine, qui se dore par ce moyen avec une grande facilité.

» Dans la méthode de M. de la Rive, une partie de la dissolution d'or est décomposée par la vessie qui se recouvre d'or; une autre ne tarde pas à passer au travers et est réduite par le zinc, dont l'action est alors diminuée, en raison des couples secondaires zinc et or qui se forment à sa surface. On est alors forcé de recueillir l'or disséminé et sur la vessie et sur le zinc. De plus l'eau acidulée étant un bon conducteur pour l'électricité, il s'ensuit qu'une portion des deux électricités dégagées dans sa réaction sur le zinc se recombine dans le liquide même, ce qui diminue d'autant l'intensité du courant.

» On peut néanmoins éviter les inconvénients du diaphragme en vessie, obtenir le mat avec les appareils simples, et une adhérence peut être encore plus forte de l'or qu'en employant la pile; mais alors il faut opérer dans d'autres conditions.

» On a vu précédemment que lorsque deux dissolutions de même nature ayant même densité et ne différant entre elles qu'en ce que l'une renferme une très-petite quantité d'un composé qui ne se trouve pas dans l'autre, sont séparés par un diaphragme de toile, de terre demi cuite, de porcelaine dégourdie ou d'argile humide, les phénomènes d'endosmose et d'exosmose ne se manifestent qu'à un faible degré et même n'ont lieu qu'après un certain laps de temps, lorsque la densité étant différente, ainsi que les composés, le diaphragme est formé d'une couche d'argile suffisamment épaisse, humectée de l'une des dissolutions. On peut se servir de ce principe pour l'application de l'or sur divers métaux et avoir le mat, en faisant usage des appareils simples. Le mat étant la conséquence d'une très-forte adhérence de l'or aux métaux et de l'état d'agré-

gation de ses molécules, ne peut être obtenu qu'avec des dissolutions suffisamment étendues; car si l'on opère avec des dissolutions d'une densité égale à celles de M. de Ruolz, on retombe dans les effets de M. de la Rive, dont on a parlé précédemment.

» Les liquides employés sont le double cyanure de potassium et d'or, et la dissolution de cyanure d'or dans l'eau salée.

» Une solution formée avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau, ne donne qu'une couleur d'or sale, rejetée par l'industrie; pour obtenir le mat, il faut étendre cette solution de plusieurs fois son volume d'eau. L'expérience suivante indique le dispositif le plus simple que l'on puisse employer pour des essais en petit.

» On a pris un tube de verre de 1 centimètre de diamètre et de 1 décimètre de longueur; un des bouts a été fermé avec du kaolin en pâte un peu consistante, humectée d'eau salée et formant une espèce de tampon de 1 centimètre de longueur, et ce même bout fut coiffé avec du linge pour retenir le koalin. Il faut bien se garder de mettre aucune substance organique dans l'intérieur du tube sur l'argile, attendu qu'elle serait réduite par le sel d'or. Le tube a été rempli de la dissolution étendue de double cyanure d'or et de potassium. On a plongé ensuite dedans un cylindre de laiton, poli et parfaitement décapé, comme on le fait dans les arts, avec un mélange d'acide nitrique concentré et de suie, décapage qui se fait en frottant avec un linge humecté du mélange, plongeant immédiatement la pièce dans l'eau, replongeant de nouveau, et ainsi de suite, et essuyant bien quand le décapage est arrivé au degré voulu. Le tube a été placé dans une éprouvette remplie d'une dissolution à même densité de cyano-ferrure jaune de potassium, renfermant du sel marin, mais privée d'or, dans laquelle plongeait une lame de zinc que l'on mit en communication avec le cylindre de laiton, au moyen d'un fil de cuivre. La décomposition électro-chimique ne tarda pas à se manifester, l'or se précipita sur le laiton, et dix minutes après sa surface avait déjà un aspect mat. L'opération fut continuée jusqu'à ce que tout le cyanure d'or, et même une grande partie du cyanure de potassium fût décomposée. On retira alors le cylindre qui était doré mat, comme par la méthode de M. de Ruolz. La dissolution contenue dans le tube était devenue très-alcaline, conséquence de l'action du courant sur les sels alcalins; dans ce cas, le zinc étant attaqué par suite de la réaction du cyanure et du chlorure alcalin, il se forme un cyanure et un chlorure de ce métal;

tandis que la soude est transportée sur le laiton, et, devenant libre, réagit sur le sel d'or, le décompose, sépare l'or, qui, étant attiré par ce même laiton, en raison de son état négatif, se dépose sur sa surface et y adhère d'autant plus fortement que l'action a été plus lente. Ce dépôt résulte donc de deux actions combinées, d'une action chimique et d'une action électro-chimique. C'est ce concours qui donne une puissance si grande aux appareils électro-chimiques simples, et qui leur permet de rivaliser avec les piles composées d'un grand nombre d'éléments.

» Quand on s'aperçoit, par la lenteur des effets produits, que le zinc est faiblement attaqué par la dissolution mixte de cyanure et de chlorure alcalins, on augmente la proportion de celui-ci, et même on remplace entièrement la dissolution par une autre plus ou moins concentrée de sel marin; mais dans tous les cas, il faut bien se garder d'employer des acides, par les raisons ci-dessus mentionnées. Les effets électro-chimiques dépendant de l'épaisseur du tampon d'argile, et de son état plus ou moins pâteux, on ne peut donner aucune règle à cet égard. Quoique l'endosmose soit très-faible, néanmoins elle finit par avoir lieu, si l'on n'a pas l'attention de changer de temps à autre la cloison en argile : il est bon aussi de la visiter quelquefois dans la crainte que quelques cristallisations, formées dans la masse, ne lui donnent trop de consistance, et ne s'opposent au passage du courant. Mais lors même qu'il passerait du cyanure d'or dans le bocal où se trouve le zinc, ce cyanure, qui ne s'y trouverait qu'en très-petite quantité, serait décomposé par le chlorure de zinc; il se formerait un chlorure d'or qui serait décomposé par le zinc, et il se déposerait au fond du vase un précipité floconneux de cyanure de zinc. On recueille l'or en nettoyant le zinc avec un linge; mais, je le répète, cette quantité est toujours très-minime, quand on prend toutes les précautions indiquées. Avant de soumettre une pièce à la dorure, il faut s'assurer que la dissolution est dans un état convenable. A cet effet, on opère avec un fil parfaitement décapé, et si dans l'espace de quelques minutes il conserve son brillant métallique, alors on peut commencer les opérations avec toutes chances de succès. Comme il arrive quelquefois qu'on mêle à la dissolution de cyanure d'or et de potassium une solution de sel marin, il faut bien se garder d'en ajouter une trop grande quantité, car l'argent, quand le courant n'a pas assez d'énergie, est attaqué et devient noir.

» Si l'on opère avec un cylindre de cuivre, dont la surface est parfaitement décapée, on obtient absolument les mêmes effets. Un cylindre

d'argent à surface matte se dore également, mais moins promptement que lorsque la surface est polie.

» Voici les proportions qui m'ont donné les plus beaux effets :

» On a fait une dissolution avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau; on a filtré, pour séparer le cyanure de fer, puis on a ajouté encore 100 gr. d'une solution saturée de cyanure jaune. Ce mélange, employé à la dorure, a donné un mat terne; en étendant la solution de son volume d'eau, et même de deux volumes, on a eu un mat clair. En général, le ton varie selon que la solution est plus ou moins étendue : il est d'autant plus beau qu'elle est plus étendue et qu'elle renferme moins de fer. La raison en est toute simple : dans le premier cas, les molécules n'étant pas précipitées tumultueusement, peuvent se grouper régulièrement; dans le second, le cyanure de fer passe successivement à l'état de protocyanure de fer et de fer métallique, quand une grande partie du cyanure d'or a été décomposée; il résulte de la réunion de ces divers précipités une surface dorée sale; mais pour faire paraître le mat, il suffit de laver la pièce avec de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique et de frotter légèrement avec un linge pour enlever les dépôts non adhérents.

» Dans les expériences précédentes il n'a point été question du temps, attendu que pour obtenir les mêmes effets dans différents appareils, il faut plus ou moins de temps, suivant la densité de la dissolution, l'épaisseur de la cloison, la manière dont a été pressée l'argile humide, et suivant la quantité de solution qu'elle renferme elle-même, etc.

» Je dirai seulement qu'avec les conditions les plus avantageuses, on aperçoit quelquefois le mat en moins de dix minutes; mais, en général, à la température ordinaire, il faut plusieurs heures pour obtenir une dorure très-épaisse. Mais on verra ci-après, qu'à l'aide d'une faible chaleur, on peut en moins d'un quart d'heure obtenir une très-bonne dorure. La différence entre le mode d'action d'une pile composée d'un certain nombre d'éléments et celui d'un appareil électro-chimique simple, conforme au modèle précédemment décrit, ne consiste donc que dans le temps, qu'il est possible, néanmoins, dans la plupart des cas, d'abréger à un point tel, que cette différence soit peu sensible. Les appareils simples dont on peut varier la forme à l'infini permettent de se passer des piles, toujours dispendieuses, en raison de la consommation du zinc et des dissolutions qui servent à les charger, de la destruction assez rapide des sacs en toile à voile, indispensables pour avoir des effets constants. Les appareils simples sont, pour ainsi

dire, de nulle valeur; ils peuvent être placés partout sans inconvénient. Leur manœuvre est des plus faciles; enfin, leur volume peut varier depuis celui d'un tuyau de plume jusqu'à celui d'un tonneau, suivant les besoins de l'industrie. Ils fonctionnent en outre parfaitement à la température ordinaire, et donnent alors avec un peu plus de temps une très-belle dorure.

» Après avoir envisagé la question sous le point de vue scientifique, je vais le faire sous le rapport industriel. A cet effet, je me suis entouré des documents qui pouvaient m'éclairer le plus, en m'adressant aux artistes les plus habiles de la capitale.

» Je commencerai par indiquer les dispositions qui m'ont paru les plus convenables pour dorer les objets d'une certaine étendue. On peut prendre d'abord une cloche en verre ayant à sa partie supérieure une large tubulure que l'on remplit de kaolin ou d'argile ordinaire, privé de calcaire, retenue par une coiffe de linge, ficelée autour de la paroi extérieure de la tubulure, et, pour que la ficelle tienne, il est nécessaire qu'il y ait une gorge à la tubulure. On passe la cloche dans une ouverture pratiquée dans une planche, jusqu'à ce que son bord inférieur affleure le bord de la planche; on l'assujettit au moyen de coins en bois, après quoi la cloche est renversée; on la remplit de la dissolution d'or et on la plonge par la tubulure dans un seau de faïence ou autre contenant une solution plus ou moins saturée de sel marin, avec la condition que les deux solutions soient à la même hauteur, afin d'éviter qu'une différence de pression ne tende à faire passer un liquide d'un vase dans un autre. On opère ensuite comme il a été dit ci-dessus. Quand l'épaisseur de la couche d'argile est de plusieurs centimètres, et qu'elle a été suffisamment tassée, on n'a pas à craindre d'endosmose, du moins d'une manière sensible, dans l'espace de plusieurs jours.

» Quand on veut faire concourir l'action de la chaleur avec celle des forces électro-chimiques, il faut chauffer le seau de faïence au bain-marie.

» On peut remplacer les cloches en verre par des cloches en faïence, munies de tasseaux également en faïence, et destinés à supporter la cloche et à la retenir sur la planche.

» Ces deux indications suffisent pour diriger les industriels dans la construction des appareils.

» Il faut bien se garder d'employer du zinc amalgamé, car, outre qu'en le manœuvrant il peut tomber du mercure dans la dissolution d'or, on a à craindre encore qu'il ne se forme de petites quantités de chlorure de mercure qui finissent par passer à travers l'argile, et de là dans la dissolution d'or, où elles sont réduites en même temps que l'or.

» On peut encore prendre pour diaphragmes des vases cylindriques en porcelaine dégourdie, mais il ne faut en faire usage qu'autant que les deux dissolutions ne diffèrent que par la présence de l'or dans l'une d'elles; car sans cela l'endosmose est toujours assez marquée. Les diaphragmes d'argile humide sont dans tous les cas préférables aux vases en porcelaine dégourdie; néanmoins on obtient les mêmes résultats en opérant de la manière suivante :

» On prend un sac en toile à voile que l'on remplit à moitié ou aux deux tiers d'argile en pâte demi liquide, et l'on introduit dedans un cylindre à minces parois en porcelaine dégourdie, de manière qu'il se trouve au milieu du sac et que l'argile vienne au niveau du diaphragme, dont le diamètre doit être assez grand pour que l'épaisseur de l'argile soit partout de 1 à 2 centimètres. Au moyen de cette disposition, on a tous les avantages d'un diaphragme cylindrique et d'argile, attendu que l'action est uniforme et qu'on n'a pas à craindre d'endosmose, du moins d'une manière assez sensible pour nuire aux résultats.

» J'ai dit précédemment que pour que la dorure fût uniforme, c'est-à-dire que la couche d'or déposée fût sensiblement la même sur toutes les parties de la pièce, il fallait ne pas la placer d'une manière quelconque par rapport au zinc. Supposons que l'on plonge dans une dissolution quelconque deux lames de platine en relation avec les deux pôles d'une pile, et que le courant exerce son action décomposante sur les parties constituantes de la dissolution, les parties acides se déposeront autour de la lame positive, mais en plus grande quantité sur la surface qui se trouve du côté de la lame négative que de l'autre; il en sera de même des éléments alcalins relativement aux deux surfaces de la lame négative. Ce n'est pas tout encore, le dépôt sera plus considérable dans la partie inférieure que dans la partie supérieure. On peut remédier à la vérité à cet inconvénient, en retournant d'abord les lames, puis les renversant. Mais cela ne suffira pas encore si cette manœuvre se fait à des intervalles un peu éloignés; car la pile fonctionnant sans interruption, la dissolution sur laquelle on opère est de moins en moins saturée, de sorte que, pendant le même temps, il ne se forme pas un dépôt de même épaisseur sur les lames; on n'atteindrait donc pas l'uniformité désirable.

» Ce court exposé doit faire sentir que pour dorer, même avec la pile, il ne faut pas se borner à prendre pour pôle négatif une lame de platine, et pour pôle positif la pièce d'essai, placée d'une manière quelconque par rapport à la lame de platine.

» Cela posé, voici les avantages des appareils simples, tels qu'ils ont été décrits.

» Lorsqu'on emploie un cylindre de porcelaine dégourdie destiné à recevoir la dissolution d'or et qu'on le plonge dans la solution d'eau salée, si on l'entoure d'un autre cylindre en zinc, plongeant dans la solution et mis en communication avec la pièce à dorer, il est bien évident que tous les points de la surface de la pièce seront également soumis à l'action du courant. Pour que le dépôt d'or soit parfaitement uniforme, on n'aura plus qu'à retourner le plus souvent possible la pièce : on sera assuré d'avoir alors une dorure aussi uniforme que possible.

» Dans l'appareil où le cylindre en terre cuite est remplacé par une cloche en verre munie d'une tubulure remplie d'argile, l'action décomposante du courant n'est pas à la vérité aussi uniforme; mais si l'on opère comme ci-dessus, avec un cylindre de zinc qui entoure symétriquement la tubulure, les courants rayonnent alors symétriquement de tous les points de la surface du zinc sur la pièce à dorer, de sorte qu'en la renversant très-fréquemment on doit obtenir une couche suffisamment uniforme.

» Passons à l'usage de ces appareils : j'ai soumis à leur action des pièces d'argent, des bijoux de même métal, et j'ai eu constamment de beaux effets de mat; après la mise en couleur, la teinte était rouge, jaune ou verdâtre, suivant que la couche d'or déposée était plus ou moins épaisse. La dorure commence d'autant plus rapidement que la surface de la pièce est bien polie et décapée avec une solution de potasse, puis lavée avec de l'acide nitrique étendu. Le mat agit plus lentement.

» Une température de 20 à 25° au plus, abrége singulièrement la durée de l'opération, parce que le zinc est plus fortement attaqué. Il m'est arrivé plusieurs fois d'obtenir une bonne dorure en moins de dix minutes; mais elle n'est jamais aussi belle, sous le rapport du mat que celle qui est faite à la température ordinaire; au surplus, c'est le propre des actions lentes de produire un groupement plus régulier des molécules. Sous ce rapport, la méthode que j'indique ne peut avoir que de grands avantages.

» La couche d'or supporte parfaitement le bruni et adhère tellement à l'argent qu'on n'en enlève aucune trace appréciable dans le poli au tour. Des cylindres d'argent recouverts d'une couche épaisse d'or, se tirent parfaitement à la filière et donnent des fils d'argent doré : preuve que l'or est très-adhérent.

» Il restait une question assez importante à examiner, c'est celle relative

à la dorure des objets et bijoux en filigrane, qui a résisté jusqu'ici à tous les moyens employés pour l'obtenir d'une manière satisfaisante. Je me suis adressé à M. Christofle, l'un des plus habiles fabricants de bijoux de Paris, et qui excelle dans le genre filigrane. Je tiens de son obligeance, pour laquelle je le prie de recevoir mes remercîments, un certain nombre de pièces telles que corbeille, fleurs, divers bijoux, lesquels ont été soumis à la dorure électro-chimique, en vertu d'actions lentes. Le résultat a été satisfaisant, comme peut le voir l'Académie en jetant les yeux sur les pièces que je lui présente. La dorure en est un peu rouge, mais cela tient uniquement à l'épaisseur de la couche d'or déposée, qui est assez forte, attendu que l'appareil a fonctionné pendant plus de douze heures. Des objets semblables mis en même temps en expérience et retirés à divers intervalles de temps, présentent les teintes verdâtre, jaune et rougeâtre. Les bijoux en filigrane dorés par les anciens procédés sont tellement mal venus qu'ils ne supportent pas la comparaison avec les mêmes objets dorés au moyen des actions lentes.

» Les vases et objets divers en cuivre, en laiton et en bronze parfaitement décapés avec l'acide nitrique et la suie, comme il a été dit ci-dessus, se dorent quelquefois rapidement. J'ai obtenu de bonnes dorures en dix minutes, qui supportent parfaitement la mise en couleur et le bruni. Des cylindres de cuivre recouverts d'une couche d'or se tirent également bien à la filière. J'ai dû examiner ensuite s'il n'était pas possible de fabriquer des bijoux en cuivre après dorure par le procédé électro-chimique, au moyen de la méthode de *repoussé* de M. Mourey, avantageusement connu pour ce genre de travail. Je me suis adressé à cet effet à lui, et il a bien-voulu mettre à ma disposition non-seulement les objets dont je pouvais avoir besoin, mais encore ses ateliers pour les confectionner. J'ai commencé d'abord par faire fabriquer deux bagues semblables, qui ont été dorées au moyen des actions lentes; l'une a été terminée au repoussé et l'autre est restée telle qu'elle était sortie de l'appareil. La première est très-bien venue et rivalise avec tout ce qu'on a fait de mieux dans ce genre. On peut voir dans la bague et autres objets du même genre que je présente à l'Académie, que les ornements sont fouillés dans toute leur profondeur comme si le burin les avait sillonnés, et cependant la couche d'or était tellement adhérente au cuivre que le travail ne l'en a pas détachée. Il est démontré par-là que la dorure électro-chimique peut être appliquée avec avantage à la fabrication des bijoux par la méthode de repoussé après dorure.

» Telles sont les différentes questions auxquelles j'ai été conduit à m'occuper en étudiant les propriétés électro-chimiques de l'or; j'y ai rattaché toutes celles qui avaient des rapports plus ou moins directs avec mon sujet. En effet, l'or a été pris dans les minerais les plus pauvres; on l'a suivi dans les diverses opérations effectuées pour concentrer ces derniers en indiquant les méthodes les plus simples pour les retirer; après quoi l'on a étudié ses propriétés électro-chimiques, à l'aide desquelles on a indiqué un principe qui permet, quand ce métal est en dissolution, de le retirer de cette dissolution dans un grand état de pureté; puis on a fait usage des mêmes principes pour dorer les métaux au moyen des actions électro-chimiques lentes.

» Comme je l'ai dit au commencement de mon Mémoire, j'ai l'intention de soumettre successivement tous les corps simples au même mode d'investigation; déjà, pour quelques-uns, entre autres l'argent, le cuivre et le plomb, le travail est à peu près terminé. Les résultats que j'ai obtenus mettront encore en évidence des principes nouveaux qui pourront contribuer, j'ose l'espérer, à l'avancement des sciences physico-chimiques, à l'étude desquelles j'ai voué ma vie entière. »

M. Chevreul dépose sur le bureau une Note de M. **P. Pimont**, de Rouen, sur *le moyen de tirer parti de la chaleur des bains qui ont servi à la teinture.*

RAPPORTS.

TÉLÉGRAPHIE. — *Rapport sur un télégraphe de jour et de nuit présenté à l'Académie par* M. **Vilallongue.**

(Commissaires, MM. Babinet, Gambey, Séguier, Mathieu rapporteur.)

« Le télégraphe, tel qu'il existe sur les lignes qui sillonnent la France, se compose de trois branches mobiles dans un même plan vertical. La branche principale, nommée *régulateur,* porte à chaque extrémité une petite branche appelée *indicateur.* Le régulateur, soutenu par son milieu, se meut comme le fléau d'une balance: il est horizontal, vertical ou incliné de 45°. Chaque indicateur tournant autour de son extrémité est perpendiculaire ou incliné de 45° sur le régulateur et prend six positions différentes par rapport à ce régulateur. C'est à l'aide de ces diverses positions

des indicateurs et du régulateur que l'on produit le grand nombre de signaux qui servent à la transmission des dépêches.

» Depuis quelque temps on a imaginé de fixer horizontalement le régulateur et de remplacer ses quatre positions par celles d'un indicateur supérieur nommé *mobile*, soutenu par son milieu et pouvant être horizontal, vertical ou incliné de 45°. Ce nouvel appareil, que le gouvernement a adopté et que l'on voit fonctionner sur une des tours de Saint-Sulpice, se compose :

» 1°. D'un *régulateur* horizontal et fixe ;

» 2°. De deux *indicateurs* unis au régulateur par une articulation ;

» 3°. D'un indicateur supérieur appelé *mobile*.

» M. Vilallongue s'est proposé de construire un télégraphe propre à produire la nuit comme le jour les mêmes signaux que ce nouveau télégraphe à régulateur horizontal.

Télégraphe de jour.

» Concevons dans la face plane d'une tour, deux ouvertures circulaires de 2 à 3 mètres de diamètre, ayant leurs centres à la même hauteur. Chaque ouverture est fermée par un disque en bois ou en tôle, tournant dans son plan, autour de son centre. Sur chaque disque, couvert d'une couche noire comme la tour, on peint en blanc un rayon d'environ 2 décimètres de largeur. Ces deux rayons, qui tournent avec les disques, forment les indicateurs du télégraphe de M. Vilallongue. Le régulateur est une barre horizontale fixe et peinte en blanc, qui réunit les centres des deux disques.

» Une troisième ouverture circulaire, pratiquée au-dessus des deux autres, est aussi fermée par un disque noir sur lequel un diamètre peint en blanc, représente le mobile ou indicateur supérieur.

» Si l'on fait tourner séparément ces trois disques, on obtient, par le mobile et les deux indicateurs, tous les signaux télégraphiques du nouveau modèle.

» L'axe ou essieu qui fait tourner le disque situé à l'une de ses extrémités donne aussi un mouvement de rotation à un disque égal placé à l'autre extrémité et fermant une ouverture pratiquée dans la face opposée de la tour.

» Le guetteur, en imitant sur une face de la tour, le signal de la station en sa présence, reproduit le même signal sur la face opposée et en vue de la station suivante. Au lieu d'un signal unique surmontant la tour, on a

donc deux signaux parfaitement identiques sur les deux faces opposées de la tour, et la transmission peut s'effectuer d'une station à l'autre, comme avec le télégraphe ordinaire.

» Dans ce système de télégraphe, tout le mécanisme est renfermé dans l'intérieur de la tour, à l'abri des intempéries et sous la main du guetteur, qui n'a pas à se déplacer pour réparer les avaries.

» Un de nous (1) a assisté à des épreuves faites à Perpignan par l'auteur, avec un appareil réduit au tiers des dimensions des télégraphes ordinaires et observé à 4000 mètres de distance avec une lunette grossissant environ trente fois. Ces épreuves ont parfaitement réussi; mais il importait de les renouveler à 8000 mètres, qui forment à peu près la distance moyenne des télégraphes. A cette distance, une barre blanche de 13 décimètres de longueur et de 2 décimètres de largeur, quoique plus petite qu'un indicateur ancien, se voyait nettement sur un fond noir avec une lunette grossissant quarante fois.

» L'administration des télégraphes choisit les stations, autant que possible, de manière que les bras des télégraphes se projettent dans le ciel sur lequel ils se dessinent en noir. Quand cette condition ne peut être remplie, on place souvent le télégraphe devant un mur noir sur lequel il se détache en blanc. Ce moyen, auquel on a recours parfois et exceptionnellement, est celui dont M. Vilallongue fait constamment usage.

Télégraphe de nuit.

» Supposons maintenant que les bandes blanches des trois disques noirs deviennent des évidements garnis de glaces et que les murs blancs intérieurs de la chambre, soient fortement éclairés. Au dehors l'illumination intérieure n'est vue que par ces évidements, les bandes blanches du jour sont remplacées par des bandes lumineuses à l'aide desquelles on produit les mêmes signaux par le mouvement des disques.

» Ce système a aussi été essayé à Perpignan par l'auteur, en présence de l'un de nous. A la distance de 4000 mètres, et avec un éclairage ordinaire, les bandes lumineuses se voyaient très-bien, les signaux se transmettaient avec la plus grande exactitude, et l'on pouvait en deux minutes passer du système de jour au système de nuit.

» Ces expériences ont été répétées à Paris en décembre dernier. On avait

---

(1) M. Mathieu.

ménagé à la croisée fermée d'une maison de Meudon une ouverture rectangulaire de 2 décimètres de largeur et de 13 décimètres de longueur, garnie d'une glace. A l'Observatoire, éloigné de Meudon d'environ 8 kilomètres, on regardait, avec une lunette qui grossissait quarante fois, la lumière intérieure à travers cette ouverture. Elle était tellement affaiblie que l'on ne voyait plus une bande brillante comme dans les expériences de Perpignan, faites à une distance seulement de 4 kilomètres.

» Il fallait donc avoir recours à un appareil assez puissant pour convenir également aux stations les plus éloignées. C'est alors que M. Vilallongue a reconnu la nécessité de remplacer la glace de son appareil par une portion de lentille à échelons.

» M. François Soleil avait en sa possession des fragments d'une lentille de phare qui réunis formèrent une bande comme celle qui serait comprise entre deux barres parallèles appliquées sur une lentille à égales distances du centre. Cette bande rectangulaire avait 2 décimètres de largeur et 11 à 12 décimètres de longueur. On l'a établie dans la croisée de Meudon, et chaque jour d'expérience on plaçait au foyer, à 93 centimètres, une lampe ordinaire brûlant à blanc. Après plusieurs essais faits dans des circonstances atmosphériques plus ou moins favorables et où la lumière était toujours visible à l'œil nu, la Commission a reconnu :

» 1°. Qu'avec une bande lenticulaire à échelons de 3 à 4 centimètres de largeur on voit parfaitement, dans une lunette grossissant quarante fois, une ligne brillante et que la direction de cette ligne est bien déterminée ;

» 2°. Qu'en cachant avec un écran la partie centrale de la bande lenticulaire et en conservant aux deux extrémités une longueur de 25 centimètres, on obtient deux points lumineux très-distincts.

» Les deux points lumineux donnent une direction facile à reconnaître, et qui ne sera pas altérée par le jeu des réfractions, comme pourrait l'être une bande lumineuse. Si l'on s'en contente, on aura l'avantage de supprimer la partie centrale des échelons lenticulaires, ce qui amènera une diminution de poids et une économie considérable dans la dépense.

» L'intensité de la lumière produite par des rayons qui partent d'un foyer lumineux, va en diminuant, en raison du carré de la distance, à mesure qu'on s'éloigne du foyer. Mais cette diminution n'a pas lieu pour des rayons partis du foyer d'une lentille, puisqu'ils en sortent parallèlement entre eux. On conçoit par cette remarque la grande supériorité de la lumière d'un appareil lenticulaire sur une lumière directe.

» Une lampe placée entre deux disques opposés, réunis par le même

axe horizontal et au foyer commun des bandes lenticulaires enchâssées dans ces disques, éclairera des deux côtés de la tour. Trois lampes porteront donc à chacune des deux stations voisines les images brillantes des indicateurs et du mobile. Quant au régulateur, dont on pourrait se passer à la rigueur, on placera une bande lenticulaire horizontale dans la paroi de la tour, entre les circonférences des deux disques indicateurs et dans la direction de leurs centres Cette bande, éclairée de chaque côté par une quatrième lampe, donnera la direction horizontale du régulateur par sa partie centrale. Quatre lampes ordinaires, que l'on pourrait encore réduire, si l'on voulait, par des combinaisons de miroirs, suffiront donc pour le télégraphe de nuit de M. Vilallongue.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que ces lampes sont, comme dans les phares, en repos et bien abritées dans une chambre fermée, sous les yeux et sous la main du guetteur, qui peut facilement les rallumer si elles s'éteignent. Il n'en est pas de même des lampes extérieures, que l'on a proposé de suspendre aux branches du télégraphe ordinaire. Elles sont toujours en mouvement, exposées à toutes les intempéries, et difficiles à voir par le guetteur, qui ne peut les atteindre commodément.

Conclusion.

» En résumé, le télégraphe de jour de M. Vilallongue peut s'établir partout et nous paraît, sous le rapport de la visibilité, dans les mêmes conditions que celui dont l'administration fait usage dans des localités particulières.

» Quant au télégraphe de nuit, M. Vilallongue est arrivé, par un heureux emploi des bandes de lentilles à échelons, à un système qui a tout à la fois l'avantage de faire disparaître les justes objections qui se sont élevées contre les appareils proposés jusqu'à présent, et de donner pour la télégraphie de nuit une excellente solution. Nous proposons à l'Académie de lui accorder son approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur une Lettre du* MINISTRE DE LA MARINE, *relative à l'éducation des vers à soie dans les colonies.*

(Commissaires, MM. de Silvestre, de Gasparin rapporteur.)

« Depuis que la France s'occupe des moyens d'abolir l'esclavage dans ses colonies, elle n'a pu perdre de vue les faits qui se produisaient dans les co-

lonies anglaises où cette abolition a déjà eu lieu, et le plus saillant de tous est sans contredit l'abandon ou du moins le ralentissement de la production du sucre, dont la culture pénible et assujettissante répugne aux nouveaux affranchis.

» Mais la culture de la canne ayant envahi presque tous les terrains de nos possessions tropicales par des causes que nous nous dispenserons d'énumérer, il était à craindre que le jour de l'affranchissement de la race noire ne fût celui de l'abandon complet de la culture et de la ruine des colons, si, trop confiant dans les mesures législatives qui tendront à assurer la continuation du travail, on ne cherchait pas en même temps les moyens de remplacer par une culture plus facile et cependant lucrative, une partie au moins de celle de la canne, et surtout sur les terrains de qualité inférieure, où toute augmentation de frais la rendrait impossible.

» Ces graves pensées préoccupent le gouvernement, et parmi ces nouvelles cultures qu'il voudrait introduire dans les colonies se trouve celle du mûrier. M. Perrottet, à qui l'industrie séricicole doit déjà la précieuse introduction du mûrier des Philippines, a été attaché au département de la Marine comme botaniste agriculteur, et chargé d'une mission ayant pour but principal d'examiner les moyens de propager aux Antilles l'industrie de la soie.

» Mais ce botaniste a trouvé dans nos îles de l'Amérique les mêmes difficultés qui, heureusement pour les producteurs européens, arrêtent les progrès de cette industrie au Bengale et dans tous les pays tropicaux. Si ces obstacles n'existaient pas, il ne faut pas douter qu'en peu d'années l'Italie et la France méridionale ne fussent privées d'une des principales sources de leur richesse, ayant à lutter contre des rivaux qui auraient la main-d'œuvre à bon marché, des terrains immenses à mettre en valeur et un climat où l'éducation peut aisément se renouveler plusieurs fois dans l'année.

» C'est au gouvernement à mesurer l'étendue de ce danger, à examiner s'il ne fait pas aux Antilles des tentatives et des études qui profiteront principalement à d'autres qu'à nos colons; le devoir de la science est tout autre, messieurs : le médecin guérit son ennemi blessé, sans s'informer s'il n'aura pas à le combattre plus tard. L'Académie consultée doit répondre ce qu'elle sait, et peut-être aujourd'hui avons-nous à nous applaudir comme Français de ne pas être en état, comme savants, de résoudre complétement tous les problèmes posés par le Ministre de la Marine.

» M. Perrottet fait d'abord cette question : Pourquoi les œufs provenant

des vers à soie apportés de France aux Antilles, et qui ont vécu déjà sept à huit ans, n'éclosent-ils malgré la température constante de 22 à 23 degrés centigrades dans laquelle ils vivent, qu'au bout de huit à neuf mois.

» Ces faits que déplore M. Perrottet ne sont pas particuliers aux Antilles. Dans tous les climats, les œufs de la bonne race des vers à soie n'éclosent, sauf quelques exceptions individuelles, que huit à neuf mois après la ponte. Si l'on observe ce qui se passe dans l'intérieur de l'œuf, on voit que le fœtus commence à apparaître cinq jours après la ponte, sous forme d'une membrane mince et diaphane, qui annonce déjà par son élargissement antérieur la forme de la tête de l'animal. Au milieu de l'hiver on distingue sa forme définitive, sa tête, ses pieds, les articulations de son corps. Mais à quelle époque cette forme a-t-elle achevé de se dessiner, c'est ce que l'on ne sait pas encore, les observations de M. Herold ne s'étant étendues qu'à une quinzaine de jours après la ponte et laissant ainsi une lacune de plusieurs mois pendant lesquels on n'a pas suivi les développements de l'organisation du fœtus (1). Toujours est-il bien certain que la chaleur seule ne supplée pas au temps et ne hâte pas les progrès de cette organisation, et que c'est en vain qu'on soumet les œufs à la température de l'incubation quelques mois seulement après la ponte. Ainsi il ne se passe rien aux Antilles qui n'arrive aussi dans nos climats, et l'on sait que les œufs apportés de la Chine traversent la ligne et éprouvent une continuité de chaleur fort grande et suffisante pour les faire éclore quand ils sont arrivés à terme, et qu'ils arrivent pourtant intacts en France.

» J'ai parlé de quelques exceptions, et, en effet, si l'on soumet à une température de 25 à 30 degrés des œufs de vers à soie pondus depuis peu de temps, on obtient quelques éclosions, et c'est en continuant à choisir les vers de ces éclosions précoces et en les propageant que l'on est parvenu à créer cette race des *Trivolinis*, ainsi nommés parce qu'ils n'ont que trois mues au lieu de quatre, mais qui font des cocons petits et faibles. Aux Antilles, d'après M. Perrottet, on a créé cette race à trois mues par les mêmes procédés, et elle y présente les mêmes inconvénients.

» Les œufs pondus aux Antilles et exposés pendant la durée de leur vie fétale à la température ambiante, qui est de 22 à 23 degrés, présentent un phénomène qui leur est particulier; ils éclosent successivement, de jour en jour, et cela pendant six à sept mois consécutifs.

---

(1) *Disquisitiones de animalium vertebris carentium in ovo formatione;* explication des planches VII.

» Ce fait vient étayer un soupçon que nous avons depuis longtemps de la nécessité d'une basse température pour faciliter l'organisation fétale des vers. Ce qui l'a fait naître en nous, c'est le mauvais succès, même en Europe, des œufs conservés pendant l'été dans des lieux trop chauds. Sous le tropique, où la température est uniforme, les œufs doivent éprouver cette contrariété qui résulte ici des appartements échauffés.

» Ce qui le confirmerait, c'est que selon M. Perrottet, si les œufs sont placés pendant quatre à cinq mois dans une glacière, ils éclosent alors tous ensemble, comme ils le feraient en Europe. Il paraît que c'est moyennant cette précaution que les colons sont parvenus à obtenir des éclosions régulières.

» L'auteur de la lettre nous demande encore quel est l'effet de la glacière sur les œufs? Est-il, comme le pensent quelques personnes à la Martinique, de fortifier ou de donner de l'énergie à la chenille qui doit en provenir?

» Nos doutes viennent de répondre à cette question autant qu'il est en nous. Aux Antilles, la glacière remplace l'hiver pour les œufs; elle leur procure cette basse température qui paraît nécessaire au développement régulier du fœtus. Pour nous, c'est encore autre chose; elle nous sert à mettre l'œuf à l'abri des chaleurs précoces et à retarder son éclosion jusqu'à l'époque que nous lui fixons. C'est ainsi que l'on a pu obtenir des éducations automnales.

» L'effet des bains alcalisés dont M. Perrottet désire savoir l'usage, et qui sont employés par les Chinois, servent à dissoudre la matière jaunâtre qui accompagne l'œuf à sa sortie de l'ovaire, se répand sur le linge où pondent ces animaux, et enduit l'œuf lui-même. Dans le midi, on lave les œufs avec du vin ou avec de l'eau pure; mais les éclosions parfaites, obtenues sans cette précaution et sur le linge lui-même où les œufs étaient restés attachés, nous prouvent qu'elle n'est pas indispensable, si ce n'est quand les œufs deviennent marchandise, car alors l'acheteur veut les voir propres et ne se soucie pas d'acheter au même prix une matière étrangère, inutile à leur succès.

» Mais nos colons des Antilles ne sont pas encore au bout de leurs peines : ces vers conservés dans la glacière, qui naissent forts et vigoureux, restent tels jusqu'à la troisième mue. Mais à partir de là, entrés dans leur quatrième mue, ils deviennent languissants pendant quarante-huit heures, et périssent pour la plupart à la montée. Nous ne pouvons voir ici que le phénomène qui accompagne un développement abondant de gaz, prove-

nant de la température des vers et des litières; car cette description s'applique très-bien à ce qui accompagne l'état atmosphérique désigné dans nos climats sous le nom de *touffe*. Nous pensons donc que des soins hygiéniques, le délitement fréquent et des feux clairs aux diverses ouvertures qui excitent le mouvement de l'air, la ventilation à bras entre les claies, et surtout le saupoudrement avec la poudre de chaux éteinte à l'air, qui dessèche les litières et prévient l'expansion des gaz délétères, combattront efficacement le mal, comme ils le font dans nos climats.

» Les vers à soie des Antilles étant élevés sous des hangars et non dans des magnaneries construites selon tous les procédés de l'art, il ne peut être question de leur appliquer l'effet de nos ventilateurs.

» La dernière question de M. Perrottet est toute théorique, et elle est énoncée de la manière suivante :

« Comment s'opère la fécondation de cette prodigieuse quantité d'œufs » (4 à 500), qu'une femelle de papillon bien constituée porte dans son » abdomen? Cette fécondation a-t-elle lieu dans l'intérieur du corps de » l'insecte ou bien à la sortie du corps par un organe particulier dans le- » quel le mâle, qui reste accouplé pendant vingt-quatre heures, aurait » injecté le fluide séminal et qui se répandrait sur chaque œuf au moment » où la femelle fait des efforts pour le pousser dehors? Ce qui ferait croire » qu'il en serait ainsi, c'est que les œufs que l'on sort artificiellement du » corps de la femelle qui a reçu pendant vingt-quatre heures l'impulsion » du mâle, ne changent point de couleur et restent ainsi inféconds; tandis » que tous ceux, au contraire, pondus naturellement, un à un, après le » même temps de copulation, changent de couleur au bout de vingt-quatre » heures et sont toujours féconds. Cette dernière manière de considérer » la fécondation expliquerait jusqu'à un certain point l'irrégularité de » leur éclosion, puisqu'il est évident que la fécondation de cette manière, » n'atteindrait pas au même degré tous les œufs indistinctement; il en » résulterait au contraire, ce semble, que ceux qui se présenteraient les » derniers vers l'organe fécondateur (glande vésiculaire qui contiendrait » le fluide séminal) le seraient moins bien que les premiers qui arriveraient » au moment où l'organe serait plein. »

» Ces doutes de M. Perrottet ont été transformés en certitude par la découverte de ce réservoir, observé déjà par Swammerdamm et autres, regardé par eux comme le réservoir de la matière agglutinante des œufs, et que M. Audouin a considéré comme un réservoir du sperme fourni par le mâle dans la copulation. Les œufs rangés en série le long des branches de

l'ovaire sont d'autant plus gros qu'ils sont plus rapprochés de l'issue, et il serait difficile que la fécondation eût lieu, si elle devait s'opérer immédiatement dans l'ovaire. Mais la vésicule dont nous avons parlé, à laquelle on a donné le nom de vésicule copulative, devient, après l'approche du mâle, une sorte de réservoir de semence, et il est probable que la fécondation n'a lieu dans l'oviducte que par l'intermédiaire de cette vésicule et pendant la ponte.

» Votre Commission pense donc, messieurs, que sans prétendre remédier à tous les inconvénients qu'entraînent pour l'éducation des vers à soie les climats du Tropique, inconvénients qui se retrouvent au Bengale et à Java comme aux Antilles, on peut conseiller:

» 1°. De faire chaque année, aux Antilles françaises, une nouvelle importation d'œufs de vers à soie venus d'Europe;

» 2°. De déposer les œufs arrivés d'Europe dans une glacière jusqu'au moment marqué par les convenances du climat pour l'éclosion;

» 3°. De régulariser l'incubation au moyen d'une étuve et de ne pas s'en remettre aux influences variables de l'atmosphère;

» 4°. De maintenir une grande propreté sous les vers, pendant l'éducation, par de fréquents délitements, de les saupoudrer de chaux éteinte, et de les ventiler activement.

» Ces moyens pourront combattre une partie des fâcheuses influences du climat. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la place vacante, dans la Section d'Economie rurale, par suite du décès de M. *Lullin de Châteauvieux*.

Le nombre des votants est de 47; majorité 24. Au premier tour de scrutin,

M. Girardin obtient	44	suffrages.
M. Ridolfi	1	
M. Burgher	1	

Il y a un billet blanc.

M. Girardin, ayant obtenu la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la hauteur du météore du 9 juin 1841; par* M. **Petit**, directeur de l'Observatoire de Toulouse.

(Commissaires, MM. Bouvard, Mathieu, Liouville.)

« Il est fort difficile, pour un observateur isolé, d'apprécier exactement la véritable direction de la trajectoire que paraissent décrire les météores lumineux. La comparaison des vitesses angulaires apparentes vers les deux extrémités de cette trajectoire pourrait, il est vrai, donner quelques indications convenables, si le phénomène avait été prévu et si l'on avait eu le temps de se préparer à l'observation; mais comme ces circonstances favorables n'ont jamais lieu, et comme d'ailleurs la courte durée de l'apparition rendrait dans tous les cas les déterminations fort incertaines, on ne peut se faire une idée exacte des éléments qui doivent servir à déterminer la hauteur des météores lumineux au-dessus de la surface de la terre, que par l'ensemble et l'accord de plus de deux observations faites sur des méridiens et sur des parallèles assez distants des uns des autres.

» Sous ce rapport, l'observation faite à St-Rambert, par M. Sauvanau, sur le bolide du 9 juin dernier, est extrêmement précieuse; car, indépendamment de l'exactitude que cette observation paraît avoir, la différence considérable de longitude entre St-Rambert et les trois stations de Toulouse, de Bordeaux et d'Angers, permet de donner aux calculs de parallaxe une grande précision, et même de déterminer avec assez de certitude les erreurs dont les observations doivent se trouver entachées. On en jugera par la comparaison des résultats obtenus en combinant les observations deux à deux, et par la faiblesse des modifications qu'il faut apporter à chacune d'elles, pour faire concorder tous ces résultats. Mais aussi, en donnant une grande exactitude, les calculs deviennent, dans ce cas, fort longs, fort délicats et souvent très-difficiles. Les questions de physique céleste auxquelles ils se rattachent sont cependant assez importantes pour justifier l'emploi du temps que j'ai consacré à ces calculs.

» La direction de la trajectoire exerce une très-grande influence sur les résultats obtenus pour la hauteur et par suite pour la vitesse, car de cette direction dépendent les longueurs des bases employées. C'est ainsi qu'en admettant la direction E.-O., j'avais trouvé $197556^{m},0$ pour la distance de la trajectoire à la terre, d'après les observations d'Angers et de Toulouse,

tandis qu'en partant de la direction S. E.-N. O., indiquée par M. Sauvanau, j'avais vu que cette même distance pourrait se réduire à 94137^{m},0; néanmoins j'avais remarqué en même temps que les observations de *Bordeaux* et de *Toulouse* étaient incompatibles avec l'hypothèse de cette direction S.E.-N.O., et depuis mon retour ici, je me suis livré à un travail qui m'a permis de satisfaire à l'ensemble des observations.

» J'avais d'abord cherché à établir, dans ce but, les équations de condition qui devaient me donner la véritable direction de la trajectoire. Ces équations étaient au nombre de six; mais l'inconnue à déterminer se trouvant engagée sous des lignes trigonométriques et des arcs de cercle, j'ai préféré recourir à une méthode d'approximations successives qui, bien qu'elle fût moins directe, me permettait d'apprécier à chaque pas le degré d'exactitude des résultats que j'obtenais.

» Pour cela, en regardant comme rigoureusement exactes les observations de Toulouse et de St-Rambert, j'ai calculé la position des plans passant par chacune de ces deux stations et par la trajectoire apparente, et j'ai trouvé que les traces *ouest* de ces plans sur les horizons de Toulouse et de St-Rambert, faisaient avec les parties *nord* des deux méridiens des angles de $(64°19'32'',0)$, $(75°27'21'',55)$. Il a été facile d'en conclure que la trajectoire n'était pas parallèle à l'horizon de St-Rambert et qu'elle se rapprochait du parallélisme avec l'horizon de Toulouse.

» En ramenant dès lors l'observation de St-Rambert sur l'horizon de Toulouse, j'ai obtenu $(69°24')$ pour la direction de la trajectoire par rapport au méridien. Quoique ce nouveau résultat indiquât encore que la courbe décrite n'était pas rigoureusement parallèle à l'horizon de Toulouse, j'ai cependant calculé sa hauteur en adoptant les données suivantes :

Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Toulouse, de la trajectoire vue de Toulouse du côté du nord...	$37°14'33'',0 = H$	calculée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Toulouse, de la trajectoire vue de St-Rambert du côté du midi..	$37.49.00,0 = H'$	calculée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon d'Angers, de la trajectoire vue d'Angers du côté du midi..........	$46.30.00,0 = H''$	observée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Bordeaux, de la trajectoire vue de Bordeaux du côté du nord...	$44.30.00,0 = H'''$	observée.
Direction de la trajectoire par rapport au méridien.....	$69.30.00,0 = D$	calculée.

» Voici les résultats trouvés en tenant compte dans les calculs de la courbure de la Terre.

	Distances à la terre (A).	Bases employées (B).	Distances anomales de la trajectoire à la terre (A′).
(1) Par les obs. d'Angers et de Bordeaux..	144248^{m},15	274615^{m},6	
(2) Angers et Toulouse.....	160452 ,00	348754 ,0	
(3) Angers et St-Rambert...		899 ,7	2097^{m},9
(4) Toulouse et St-Rambert.	135001 ,00	358591 ,0	
(5) Toulouse et Bordeaux..		73127 ,0	273685 ,9
(6) Bordeaux et St-Rambert.	117701 ,90	280982 ,0	
Moyenne des quatre combinaisons (1), (2), (4), (6)...........................	139350^{m},85		

» Les résultats erronés que présentent les combinaisons *Angers et St-Rambert, Toulouse et Bordeaux*, sont dus en partie à la petitesse des bases et en grande partie à la position de la trajectoire située au S.O. des deux premières stations, au N.E. des deux autres. Il résulte de ces circonstances que la plus légère erreur sur les hauteurs angulaires observées altère considérablement les résultats; mais en même temps ces anomalies ont l'avantage de montrer avec beaucoup de netteté quelles ont dû être les erreurs des observations.

» Les calculs précédents m'avaient indiqué très-clairement que la trajectoire n'était pas entièrement parallèle à l'horizon de Toulouse; j'ai donc été naturellement conduit, après ce premier essai, à ramener les observations de Toulouse et de St-Rambert sur l'horizon d'Angers, et les angles (66°1′2″,12), (66°7′59″,63 , que j'ai obtenus pour la direction de la trajectoire vue de ces deux stations par rapport au méridien, m'ont prouvé qu'en effet, conformément à l'observation de M. Morren, cette trajectoire était très-sensiblement parallèle au nouvel horizon auquel je la rapportais. J'ai donc eu à employer, dans cette seconde hypothèse, les données suivantes, dont les trois premières sont rapportées à l'horizon d'Angers :

$$\begin{aligned} H &= 43°\ 7'47'',53 \text{ calculée.} \\ H' &= 36.\ 5.33\ ,38 \text{ calculée.} \\ H'' &= 46.30.00\ ,00 \text{ observée.} \\ H''' &= 44.30.00\ ,00 \text{ observée.} \\ D &= 66.\ 4.00\ ,00 \end{aligned}$$

et j'en ai déduit

	Valeurs de (A) ou des distances à la terre.	Valeurs de (B) ou des bases employées.	Valeurs de (A′) ou des distances anomales de la trajectoire à la terre.
Par la combinaison (1)......	140544^m,50	676592^m,96	
(2)......	160945 ,25	330378 ,46	
(3)......		29843 ,80	71398^m,64
(4)......	147456 ,00	370522 ,60	
(5)......		61069 ,10	419756 ,60
(6)......	131434 ,55	304199 ,30	
Moyenne...............	145095 ,16		

peu différente de la valeur trouvée plus haut.

» Les combinaisons *Toulouse et Bordeaux, Angers et St-Rambert* présentent encore des anomalies comme dans le cas précédent; mais si, au lieu de (66°4′) on adopte (64°0′) pour la valeur de D, et (41°30′) au lieu de (43°7′47″) pour celle de H, on obtient

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A′).
(1).........	138142,95	263229,10	
(2).........	150401,00	318741,32	
(3).........		47221,50	111403,76
(4).........	148240,25	377066,10	
(5).........		53702,38	254016,60
(6).........	136494,40	317685,87	
Moyenne....	143419,65		

les valeurs données par les combinaisons (3), (5), se sont rapprochées.

» Une quatrième approximation avec D = 62°30′

$$H = 41°00′$$
$$H′ = 35.30$$
$$H″ = 46.30$$
$$H‴ = 44.30$$

donne

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A′).
(1).........	136284,90	259798,35	
(2).........	144928,20	310034,38	
(3).........		59797,10	132774,85
(4).........	148898,55	381508,40	
(5).........		48311,30	209423,35
(6).........	138717,90	327216,60	
Moyenne....	142207,39		

» En partant de $D = 62°30'$, $H = 40°30'$, $H' = 35°30'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°00'$, on trouve pour cinquième approximation

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A').
(1).........	136318,70	259798,35	
(2).........	143680,50	310034,38	
(3).........		59797,10	138435,75
(4).........	148432,05	381508,40	
(5).........		48311,30	176522,80
(6).........	139142,35	327216,60	
Moyenne....	141893,40		

» Une sixième approximation avec $D = 62°30'$, $H = 40°00'$, $H' = 35°30'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°30'$, fournit les résultats suivants :

	Valeurs de (A).	Valeurs de (A').	
(1).........	137604,65		Les valeurs de (B) restent les mêmes que dans le cas précédent.
(2).........	140818,55		
(3).........		138435,75	
(4).........	144674,25		
(5).........		154823,00	
(6).........	140842,50		
Moyenne....	140984,99		

et en tenant compte des six combinaisons : moyenne = 142866,45.

» Enfin, par une septième approximation avec $D = 62°30'$, $H = 39°45'$, $H' = 35°45'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°45'$, on trouve :

	Valeurs de (A).	Valeurs de (A').	
(1).........	138216,90		Les valeurs de (B) restent encore les mêmes.
(2).........	140082,40		
(3).........	142055,60	142055,60	
(4).........	144733,70		
(5).........	145514,05	145514,05	
(6).........	142129,45		
Moyenne....	142122,02		

c'est la valeur que l'on doit adopter pour la distance de la trajectoire à la terre, et qui du reste, il est bon de le remarquer, diffère très-peu des valeurs trouvées dans chacune des approximations précédentes par les combinaisons (1), (2), (4), (6). Quant aux erreurs des observations, elles sont indiquées par le tableau suivant.

Valeurs primitives.	Valeurs corrigées.
H = 43° 7′47″,53	H = 39°45′
H′ = 36. 5.33 ,38	H′ = 35.45
H″ = 46.30.00 ,00	H″ = 46.00
H‴ = 44.30.00 ,00	H‴ = 45.45
D = 66. 4.00 ,00	D = 62.30

» Ainsi, il est prouvé que le météore du 9 juin 1841 a brillé d'un éclat très-vif, hors des limites de notre atmosphère.

» D'après M. Sauvanau, ce météore aurait parcouru, en 5″ de temps, un arc de 77° 30′ qui correspondrait à 387552^m,4, et par conséquent à une vitesse relative autour de la terre de 77510^m,5.

» Mon estimation à Toulouse donnerait au moins 402904^m,7 pour le chemin apparent parcouru en 15″; d'où j'ai déduit, en tenant compte du mouvement de rotation de la Terre, oblique par rapport à la trajectoire, le nombre 359045^m,4 en 15″; nombre peu différent de celui que M. Sauvanau trouverait correspondre à cinq secondes.

» Or, en admettant une erreur égale de 5″ en moins et en plus dans les deux observations, erreur que l'égalité presque complète des chemins parcourus dans les deux cas rend assez probable, on trouve 377229^m,885 pour la vitesse en une seconde autour de la Terre.

» On en déduit pour la vitesse absolue dans l'espace le nombre 40902^m,32, un peu plus grand que celui qui exprime la vitesse de la Terre dans son orbite; on obtient également 35° 41′ 11″,80 pour l'angle compris entre la direction de cette vitesse et le rayon vecteur du météore au soleil; on trouve enfin 55°18′12″ entre la courbe que décrivait le météore et celle que parcourait la Terre.

» En partant de ces données, il est facile de voir que l'action seule du soleil devait faire décrire au météore une ellipse dont voici les éléments déterminés au moment de l'observation par le rayon vecteur, la vitesse et la direction du mobile :

Longitude héliocentrique du nœud ascendant	79°00′
Longitude héliocentrique du périhélie dans l'orbite à partir du nœud ascendant	295°17′40″
Longitude héliocentrique du périhélie sur l'écliptique à partir de l'équinoxe	14.30. 5
Distance périhélie, celle de la terre au soleil étant l'unité	0,3078192
Excentricité	0,9416270
Demi-grand-axe	5,2733150
Durée de la révolution	4422^j,988
Inclinaison de l'orbite	7°48′53″
Mouvement héliocentrique	direct.

» Mais comme l'attraction de la terre sur le météore, lorsqu'il fut observé à Toulouse, était 1551 fois plus forte que celle du soleil, si l'on fait abstraction de l'influence perturbatrice du soleil et de la lune situés, le 9 juin, dans le voisinage l'un de l'autre, et dont le météore tendait à se rapprocher, on trouve qu'en vertu de la vitesse acquise, ce météore devait décrire une hyperbole dont la Terre occupe le foyer, et dont le plan est élevé sur l'équateur d'un angle de 52°4′6″. Cette hyperbole perce l'équateur à 254°41′48″ d'ascension droite pour le nœud ascendant; l'ascension droite du périgée = 199°43′29″; la distance périgée = 6508322^{m}; enfin l'excentricité = 18,34414, et le mouvement géocentrique est rétrograde.

Par rapport à l'écliptique on aurait :

Inclinaison	39°36′50″
Longitude géocentrique du périgée	173.25.00
Longitude géocentrique du nœud ascendant	274. 2.35
Mouvement géocentrique	rétrograde.

CHIRURGIE. — *Observation d'un cas de rétrécissement de l'œsophage, guéri par le cathétérisme ; par* M. Gendron.

« La Note que je présente aujourd'hui, dit M. Gendron, fait suite à un Mémoire que j'avais adressé à l'Académie en 1837. Ce troisième fait de guérison d'une maladie le plus ordinairement mortelle me paraît devoir atttirer l'attention des praticiens sur l'efficacité du cathétérisme gradué et intermittent tel que je l'ai employé. Je demande, en conséquence, que l'ensemble de mes recherches sur ce sujet soit admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Notice sur les perfectionnements apportés à la forme des cheminées de lampes pour l'éclairage au gaz et à l'huile ; par* M. Buissonneau.

(Commissaires, MM. Gambey, Regnault, Babinet.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notice additionnelle à un précédent Mémoire sur une écluse à siphon alternatif; par* M. Girard.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

ORNITHOLOGIE. — *Mémoire sur une nouvelle classification des oiseaux; par* M. J. T. CORNAY.

(Commissaires, MM. Duméril, de Blainville, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.)

ZOOLOGIE. — *Histoire naturelle des animaux sédentaires ou de passage qui se trouvent à l'état sauvage sur le sol de la France. — Ire partie, Mammalogie; par* M. BRAGUIER.

Dans la Lettre jointe à ce manuscrit, l'auteur annonce que, se proposant de publier un ouvrage élémentaire sur la Zoologie de la France, il s'est adjoint pour collaborateurs plusieurs naturalistes dont il fait connaître les noms : ce sont MM. Lesson, Guérin-Menneville, Chevrolat, Rousseau et V. Meunier.

(Commissaires, MM. Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.)

ERPÉTOLOGIE. — *Troisième Mémoire sur l'incubation et autres phénomènes observés chez les ophidiens; par* M. LAMARRE-PICQUOT.

Dans ce Mémoire, l'auteur revient sur les faits qu'il avait exposés dans ses précédentes communications, et confirme ce qu'il avait dit, relativement à l'incubation de certains grands ophidiens, par l'observation faite, il y a peu de temps en Transilvanie, d'un cas pareil à celui qu'il avait rapporté.

A l'occasion de cette présentation, M. DUMÉRIL, qui avait rédigé le rapport sur le premier Mémoire de M. *Lamarre-Picquot*, annonce qu'il se propose de communiquer dans une prochaine séance de l'Académie un travail dans lequel seront discutées les observations reproduites aujourd'hui et celles de M. Valenciennes.

(Le Mémoire de M. Lamarre-Picquot est renvoyé à l'examen de la Commission qui doit faire le rapport sur celui de M. Valenciennes.)

MATHÉMATIQUES. — *Divers problèmes de Géométrie; par* M. GEDOIN.

(Renvoi à l'examen de MM. Puissant et Sturm qui jugeront si ce Mémoire est de nature à devenir l'objet d'un rapport.)

L'Académie reçoit un Mémoire adressé pour le prix proposé concernant le *calcul des variations*.

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** consulte l'Académie relativement à une proposition tendant à compléter notre système de mesures par l'établissement d'une unité pour l'expression de la force des machines.

« La Société industrielle de Mulhouse, dit M. le Ministre, m'a adressé une proposition faite par M. Penot, l'un de ses membres, pour fixer la détermination d'une *unité dynamique légale*. Cette proposition a été soumise à l'examen du Comité consultatif des Arts et Manufactures, qui, dans sa séance du 27 novembre 1841, a émis un avis dont la copie est ci-joint.

» En vous priant, M. le Président, de mettre sous les yeux de l'Académie des Sciences les pièces qui accompagnent ma dépêche, je désire que vous me fassiez connaître si la proposition dont il s'agit, qui tend à apporter des modifications aux dispositions faites tant par les lois constitutives du système métrique que par la loi du 4 juillet 1837, vous paraît de nature à être prise en considération et à recevoir la suite que les pétitionnaires réclament. Je vous prie également de vouloir bien prendre le soin de m'informer des dispositions que vous jugerez convenable de provoquer à cet égard. »

MM. Biot, Arago, Mathieu, Poncelet, Coriolis prendront connaissance des pièces adressées par M. le Ministre et soumettront à l'Académie un projet de réponse.

M. **d'Hombres-Firmas** adresse d'Alais une Notice ayant pour titre : *Souvenirs du Vésuve.*

PHYSIQUE. — *Extrait du Mémoire de* M. **Magnus**, *sur la dilatation des gaz, lu à l'Académie de Berlin*, le 25 novembre 1841.

« Depuis qu'on sait que l'air se dilate par la chaleur, ou depuis Drebbel qui, il y a deux cents ans, faisait usage de cette dilatation pour observer des différences de température, on s'est occupé de la mesurer. Pendant tout le siècle passé, les physiciens ont obtenu des résultats tout-à-fait opposés; mais, au commencement de ce siècle, M. Gay-Lussac a trouvé que l'air sec se dilate entre 0° et 100°, de 0,375 de son volume à 0°, et il a démontré en même temps que tous les gaz et toutes les vapeurs se dilatent

de la même quantité. Un résultat semblable, indépendant de celui de M. Gay-Lussac, a été obtenu par M. Dalton, à Manchester. Il existe à peine en physique un autre nombre que l'on ait considéré comme aussi bien déterminé que celui-ci, car M. Gay-Lussac, si justement célèbre par l'exactitude de ses travaux, avait entrepris, sur le même sujet, deux séries de recherches qui l'avaient conduit au même résultat, et MM. Dulong et Petit, physiciens dont les beaux travaux méritent une égale confiance, avaient répété, comme ils l'ont dit eux-mêmes, les expériences de M. Gay-Lussac, et après avoir trouvé le même résultat, ils l'ont pris pour point de comparaison dans leur travail classique sur la chaleur. Personne ne doutait que ce travail ne fût juste, lorsque, il y a quelques années, M. Rudberg, à Upsala, publia un travail sur la dilatation de l'air atmosphérique qui ne confirma point le nombre de M. Gay-Lussac, car ses observations donnaient 0,3646.

» Mais M. Rudberg ne s'est occupé que de la dilatation de l'air atmosphérique, et il n'a point examiné les autres gaz. Malheureusement la mort l'a empêché de compléter cette partie de ses recherches, et comme personne, depuis lui, ne s'est occupé de ce sujet, on ne sait lequel des deux nombres précédents est exact, et l'on ignore, en conséquence, si l'une des lois les plus générales de la physique, la dilatation uniforme de tous les gaz, est vraie ou fausse.

» M. Magnus a entrepris de nouvelles recherches sur ce sujet, parce qu'il croyait possible que les deux nombres, celui de M. Gay-Lussac et celui de M. Rudberg, pussent être justes. Car M. Gay-Lussac a observé la dilatation de l'air à pression constante, tandis que M. Rudberg l'a observé à volume constant et à pression variable. M. Magnus a employé la méthode de M. Gay-Lussac, espérant qu'elle fournirait le moyen de découvrir la véritable cause de la différence entre les deux résultats. Il est clair que M. Gay-Lussac ne croyait pas sa première méthode assez exacte, car sans cela, il n'aurait pas imaginé la seconde. C'est celle-ci que l'auteur a employée, presque tout-à-fait comme elle est décrite dans le *Traité de Physique* de M. Biot, t. I, p. 182. La seule différence consistait en ce que M. Gay-Lussac avait calibré ses tubes de manière qu'il pouvait observer directement les volumes de l'air à 0° et à 100°. M. Magnus, au contraire, a marqué avec un diamant, l'endroit où le mercure se tenait à ces températures, et quand l'expérience était finie, il pesait les tubes vides, les remplissait alors de mercure jusqu'à la marque du diamant pour le volume de l'air à 0°, les pesait de nouveau, et les remplissait de mercure jusqu'à la marque pour le

volume à 100°, et les pesait de même. Pour être sûr que le mercure avait la même température, quand il remplissait les deux volumes, on plaçait les tubes dans un grand bain d'eau qu'on maintenait à une température constante. Comme il s'agissait de savoir jusqu'à quel point cette méthode était exacte, on plaçait toujours deux tubes à la fois, l'un à côté de l'autre, aux deux températures de la glace fondante et de la vapeur d'eau bouillante. Mais deux expériences tellement égales ne donnaient presque jamais le même résultat.

» M. Magnus s'est donné toutes les peines possibles pour éviter toutes les causes d'erreur, et il a changé les dispositions de la caisse en tôle dans laquelle il exposait les tubes à la vapeur d'eau. Il a aussi éloigné, autant que possible, les causes locales des abaissements de température qui auraient pu avoir lieu, par la manière de chauffer, ou par d'autres circonstances; enfin, il a varié le calibre des tubes qu'il a employés. Mais, malgré tout cela, il lui a été impossible d'obtenir des résultats concordants.

» La cause de l'incertitude de cette méthode dépend, à ce qu'il paraît, de ce qu'une goutte de mercure ne ferme pas complétement un tube, ce métal ne pouvant pas entrer dans les petites raies qui se trouvent sur les parois intérieures des tubes, et qui sont souvent si fines qu'il est impossible de les voir. Car si l'on plaçait les boules dans de la glace fondante, et plus tard dans les vapeurs de l'eau bouillante, et si on les refroidissait de nouveau jusqu'à la température de la glace fondante, l'air n'occupait presque jamais exactement le même volume qu'au commencement. Tantôt ce volume était plus petit, tantôt plus grand, suivant que l'air s'était échappé le long de la goutte de mercure, en refroidissant ou en échauffant la boule.

» Les nombres suivants sont les résultats que l'auteur a obtenus par cette méthode, calculés pour la pression de 28 pouces P. à 0°: les nombres qui sont joints ensemble sont les résultats de deux expériences simultanées. S'il était permis de prendre la moyenne de ces nombres si peu correspondants, cette moyenne serait déjà bien plus petite que 0,375.

1 0,37386	5 0,36607	9 0,36972	13 0,36888
2 0,38269	6 0,36731	10 0,37140	14 0,36926
3 0,36912	7 0,36431	11 0,37062	15 0,36663
4 0,37654	8 0,35985	12 0,36903	16 0,36709
17 0,36569	21 0,36774	25 0,38769	29 0,37302
18 0,36229	22	26 0,36034	30 0,37211
19 0,36673	23 0,37254	27 0,37885	31 0,36815
20 0,35500	24 0,36351	28 0,36712	32 0,37514

» Comme cette méthode ne présentait pas assez de certitude, M. Magnus s'arrêta à celle de M. Rudberg, la regardant comme préférable à toutes celles employées jusqu'à ce jour. Il ne changea rien à cette méthode, et l'employa telle qu'elle est décrite dans les *Annales de M. Poggendorff*, tome XLIV, page 119, pour déterminer la dilatation de l'air atmosphérique, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et de l'acide sulfureux. Pour calculer les résultats, il était nécessaire de connaître la dilatation du verre employé : l'auteur l'a déterminée de la même manière que MM. Dulong, Petit et Rudberg, c'est-à-dire par un thermomètre à déversement; il l'a trouvée = 0,002547 (moyenne de dix-huit expériences). MM. Dulong et Petit avaient trouvé 0,0025839, et M. Rudberg 0,002286. M. Rudberg pensait que la différence entre les résultats de MM. Dulong et Petit et les siens tenait à ce que les verres français étaient à base de soude, tandis que le verre suédois était un verre à base de potasse. L'analyse du verre employé dans ces recherches a donné :

» Acide silicique 67,305 pour cent; alumine 1,258; chaux 11,892; potasse 12,404; soude 7,141. Ce verre contenait donc moitié potasse et moitié soude.

» Pour calculer la température des vapeurs d'eau par l'observation du baromètre, M. Magnus a employé les corrections données par M. Egen dans les *Annales de Poggendorff*, tome XXVII, page 9, qui s'accordent avec la formule pour la tension des vapeurs d'eau de MM. Arago et Dulong. Il a pris la température des vapeurs sous une pression de 28 pouces P. pour 100°.

» Il est bon de remarquer que pour les huit expériences faites sur l'air atmosphérique, on a employé quatre tubes différents, et opéré quatre fois aussi sur des quantités différentes d'air. Pour les quatre expériences avec l'acide carbonique, on a employé trois tubes différents : l'acide était toujours retiré du bicarbonate de soude par l'acide sulfurique; et pour être sûr qu'il ne contenait pas de vapeurs sulfuriques, on le faisait passer à travers une dissolution de bicarbonate de soude. Pour le dessécher, on le faisait passer à travers un tube de trois pieds de longueur rempli de chlorure de calcium, ou bien on le laissait pendant quarante-huit heures en contact avec une quantité considérable du même sel. Pour les trois expériences avec l'acide sulfureux, on a employé trois tubes différents. Le gaz était toujours produit par de l'acide sulfurique et du mercure : afin de lui enlever l'acide sulfurique qu'il avait pû entraîner, on le faisait arriver dans une solution de sulfate de potasse et delà dans un tube de quatre pieds rempli de chlorure

de calcium- Dans une seconde expérience, le gaz fut conduit, non plus à travers une solution de sulfate de potasse, mais d'abord à travers un tube étroit de six pieds de long, maintenu à une basse température, et ensuite à travers le tube contenant le chlorure de calcium. Enfin la troisième quantité a été pendant quarante-huit heures en contact avec du chlorure de calcium. Voilà les résultats qu'on a obtenus :

	L'air atmosphérique.		Hydrogène.	Acide carbonique.	Acide sulfureux.
	0,367241	0,367899	0,365530	0,368319	0,389761
	0,365032	0,365984	0,365701	0,369078	0,383884
	0,366033	0,366596	0,365829	0,368404	0,383209
	0,366164	0,367154	0,365577	0,370547	
Moyenne	0,366508		0,365659	0,369087	0,385618

» Les différentes manières de dessécher les gaz sont, comme on le voit, sans influence sur les résultats. Mais la dilatation de l'acide carbonique est sans doute un peu plus grande que celle de l'air atmosphérique, et celle de l'acide sulfureux est encore plus grande que celle de l'acide carbonique. Celle de l'hydrogène paraît, au contraire, être un peu plus petite que celle de l'air atmosphérique. Les différences ne sont pas bien considérables, mais elles se montrent dans chaque expérience.

» On voit donc que la loi de la dilatation égale des gaz n'est pas rigoureusement juste. L'auteur est de l'opinion que les petites différences qu'on observe à cet égard proviennent de ce que les gaz compressibles ne suivent pas la loi de Mariotte; car les écarts de cette loi se montrent non-seulement tout près de leur point de condensation, mais aussi à une pression qui est de quelques atmosphères plus basse, comme MM. Œrsted et Despretz l'ont démontré, et comme l'auteur lui-même l'a trouvé en répétant leurs expériences. Cependant il est possible que les différents gaz se dilatent différemment, et la différence entre la dilatation de l'hydrogène et de l'air atmosphérique paraît confirmer cette opinion. La détermination de la dilatation des vapeurs pourrait éclairer ce point, et l'auteur s'est proposé de faire des recherches sur cette question.

» Tous les coefficients des différents gaz ne sont au reste que très-peu éloignés du nombre 0,366 que l'auteur a trouvé pour l'air atmosphérique, d'où l'on voit que le coefficient 0,375 n'est pas juste.

» M. Rudberg a trouvé la dilatation de l'air atmosphérique dans son premier travail = 0,3647, et dans le second = 0,36457; moyenne des deux

coefficients = 0,36463. M. Magnus, au contraire, a trouvé 0,3665, et le nombre le plus petit qu'il ait obtenu est encore 0,3650. La différence entre les deux résultats devient encore plus grande si l'on réfléchit que le nombre de M. Rudberg est la dilatation de 0° jusqu'à la température de l'eau bouillante, sous une pression de 760 millimètres, tandis que celui de M. Magnus donne la dilatation jusqu'à la température de l'eau bouillante, sous une pression de 28 pouces P. Mais ces deux températures sont différentes, et si l'on calcule le coefficient de M. Magnus pour la pression de 760 millimètres, il devient = 0,366782.

» La différence entre ce résultat et celui de M. Rudberg, quoique très-petite, se répète dans chaque expérience. L'auteur n'en a pas pu trouver jusqu'à présent la cause, mais il espère qu'il réussira à la saisir en continuant son travail. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Lettre de* M. **Mallet** *sur son procédé pour la purification du gaz d'éclairage. — Nouvel avantage résultant de l'emploi de ce procédé.*

« Dans la séance du 16 août dernier, M. Dumas a fait à l'Académie un rapport sur les résultats obtenus dans l'usine au gaz de Saint-Quentin par l'emploi d'un nouveau procédé d'épuration dont je suis l'inventeur.

» J'ai, depuis le rapport du célèbre chimiste, observé un résultat nouveau du procédé en question. Non-seulement le gaz est totalement privé de son ammoniaque et de son acide sulfhydrique, mais aussi d'une portion très-notable de naphtaline et de produits empyreumatiques. Voici comment j'explique ce fait : la naphtaline et autres corps pyrogénés produits par la distillation de la houille (corps qui ne sont peut-être pas encore bien définis et parmi lesquels je pense qu'il existe de la créosote), sont plus ou moins volatils, mais leur volatilité est augmentée par la présence de carbonate, sulfhydrate et autres combinaisons très-volatiles d'ammoniaque qui existent avec eux dans le gaz. Il y a une véritable combinaison entre ces corps pyrogénés et une partie de la base des sels ammoniacaux dont les acides peu énergiques sont loin de neutraliser complétement l'ammoniaque, base puissante.

» Par le passage du gaz à travers le chlorure de manganèse, les combinaisons ammoniacales sont dénaturées, l'ammoniaque se trouve fixée et la naphtaline, mise en liberté, est entraînée avec le précipité ou surnage la liqueur. Je joins à cette note un peu de précipité formé dans les

lavures, précipité composé en majeure partie de carbonate et de sulfate de manganèse, et dans lequel se trouvent englobés les corps pyrogénés dont l'odeur, si pénétrante et si désagréable, se reconnaît facilement.

» Dans le système ordinaire d'épuration les acides carbonique et sulfhydrique, absorbés en partie par la chaux, laissent libre l'ammoniaque, qui retient alors la naphtaline avec une grande énergie. Or cette ammoniaque qui reste dans le gaz est au moins la moitié de celle qui se trouve dans les eaux dites ammoniacales de condensation. On sait que la naphtaline a, outre son odeur, l'inconvénient d'engorger et d'obstruer les conduites de gaz au bout d'un certain temps.

» Je ne veux ni ne dois dissimuler qu'il reste encore au gaz, épuré par mon procédé, une odeur empyreumatique, mais cette odeur est bien moindre que celle connue généralement. »

M. de Humboldt transmet une Note imprimée, extraite d'un journal quotidien, relative à une observation de M. Bessel sur un phénomène de *lumière atmosphérique* qui n'était autre chose que la *réflexion d'un incendie sur des nuages probablement glacés.*

M. de Humboldt transmet également deux Mémoires de M. *Dove* : l'un sur les *courants d'induction dans l'aimantation du fer par l'électricité*, l'autre sur le *magnétisme des métaux réputés jusqu'à présent non magnétiques.*

M. *Arago* se propose de rendre compte de ces recherches dans une prochaine séance.

M. de Caligny adresse une nouvelle Lettre relative à la *déformation du tube du puits foré de l'abattoir de Grenelle,* Lettre dans laquelle, en substance, il fait remarquer que dans une de ses précédentes communications sur le même sujet, il avait déjà indiqué comme origine de l'écrasement la cause que M. Combe a, depuis, développée; savoir, une évacuation momentanée du liquide par un mouvement de recul de la colonne ascendante.

M. Andraud adresse une Note relative au même accident. Les informations qu'a reçues M. Andraud sur les circonstances qui ont précédé ou accompagné l'écrasement sont inexactes en plusieurs points, et ainsi ce n'est pas au phénomène tel qu'il a été observé que se peut appliquer l'explication proposée.

Éphémérides de la comète à courte période de Encke, *calculées par cet astronome et communiquées à* M. Arago *par* M. Airy.

ÉLÉMENTS.

Époque : 1842, 12 avril, à 0 h. de temps moyen de Berlin.
Anomalie moyenne.................... 359°58′34″,3
Mouvement en un jour sidéral.......... 1070″,61433
Angle de l'excentricité............. φ = 57°39′13″,8 ($e = \sin\varphi$)
Longitude du périhélie.................. 157.30. 4,7 } Équinoxe moyen du
Longitude du nœud.................... 334.39 1,8 } 12 avril 1842.
Les ascensions droites et les déclinaisons sont rapportées à l'équinoxe du 12 avril 1842.

1842. Temps moyen de Berlin o h.		ASCENSION droite de la comète en arc.	ASCENSION droite de la comète en temps.	DÉCLINAIS. de la comète	LOGARITHME de la distance de la comète à la Terre.	LOGARITHME de la distance de la comète au Soleil.
Mars	1	7° 2′57″	$0^{h}28^{m}11^{s}8$	+10°50′39″	0,23084	
	3	8.14. 6	0.32.56,4	+11.17.20	0,22433	9,98237
	5	9.27.37	0.37.50,5	+11.44.39	0,21736	
	7	10.43.39	0.42.54,6	+12.12. 4	0,20992	
	9	12. 2.18	0.48. 9,2	+12.39.59	0,20197	
	11	13.23.44	0.53.34,9	+13. 8.11	0,19345	9,91550
	13	14.48. 4	0.59.12,3	+13 36.32	0,18433	
	15	16.15.28	1. 5. 1,9	+14. 4.54	0,17454	
	17	17.46. 2	1.11. 4,1	+14.33. 5	0,16401	
	19	19.19.51	1.17.19,4	+15. 0.50	0,15267	9,83250
	21	20.56.58	1.23.47,9	+15.27.51	0,14041	
	23	22.37.20	1.30.29,3	+15.53.40	0,12713	
	25	24.20.48	1.37.23,2	+16.17.46	0,11268	
	27	26. 7. 0	1.44.28,0	+16.39 22	0,09691	9,72841
	29	27.55.11	1.51.40,7	+16.57.28	0,07962	
	31	29.44. 9	1.58.56,6	+17.10.46	0,06061	
Avril	2	31.31.54	2. 6. 7,6	+17.17.28	0,03964	
	4	33.15.24	2.13. 1,6	+17.15.17	0,01650	9,60828
	6	34.50.12	2.19.20,8	+17. 1.20	9,99102	
	8	36 10.22	2.24.41,5	+16.32.19	9,96325	
	10	37. 8.46	2.28.35,1	+15.44.48	9,93347	
	12	37.38.22	2.30.33,5	+14.36. 1	9,90241	9,53775
	14	37.33.57	2.30.15,8	+13. 4.45	9,87118	
	16	36.53.55	2.27.35,7	+11.12. 0	9,84115	
	18	35.40.44	2.22.42,9	+ 9. 1. 3	9,81365	
	20	34. 0. 5	2.16. 0,3	+ 6.36.53	9,78968	9,60596
	22	31.59.10	2. 7.56,7	+ 4. 5.15	9,76985	
	24	29 45.28	1.59. 1,9	+ 1.31.50	9,75428	
	26	27.25.26	1.49.41,7	— 0.58.32	9,74277	
	28	25. 4.15	1.40.17,0	— 3.22 15	9,73482	9,72610
	30	22.45.37	1.31. 2,5	— 5.37. 0	9,72987	
Mai	2	20.31.57	1.22. 7,8	— 7.41.41	9,72732	
	4	18.24 36	1.13.38,4	— 9.36. 5	9,72658	
	6	16.24. 5	1. 5.36,3	—11.20.40	9,72716	9,83064
	8	14.30.21	0.58. 1,4	—12.56.16	9,72866	
	10	12.43. 0	0.50.52,0	—14.23.53	9,73074	
	12	11. 1.20	0.44. 5,3	—15.44.38	9,73316	
	14	9.24.36	0.37.38,4	—16.59.32	9,73574	9,91400

1842. Temps moyen de Berlin o h.		ASCENSION droite de la comète en arc.	ASCENSION droite de la comète en temps.	DÉCLINAIS. de la comète.	LOGARITHME de la distance de la comète à la Terre.	LOGARITHME de la distance de la comète au Soleil.
Mai	16	7°51′55″	$0^{h}31^{m}27^{s}7$	—18° 9′34″	9,73834	
	18	6.22.28	0.25.29,9	—19.15.36	9,74088	
	20	4.55.23	0.19.41,5	—20.18.25	9,74329	
	22	3.29.53	0.13.59,6	—21.18.39	9,74554	9,98115
	24	2. 5.12	0. 8 20,8	—22.16.53	9,74763	
	26	0.40.35	0. 2.42,3	—23.13.34	9,74954	
	28	359.15.21	23.57. 1,4	—24. 9. 6	9,75130	
	30	357.48.51	23.51.15,4	—25. 3.48	9,75292	0,03658
Juin	1	356 20.27	23.45.21,8	—25.57.53	9,75446	
	3	354.49.34	23.39.18,3	—26.51.30	9,75595	
	5	353.15.40	23.33. 2,7	—27.44.42	9,75743	
	7	351.38.16	23.26.33,1	—28.37.31	9,75897	0,08338
	9	349.56.57	23.19.47,8	—29.29.52	9,76064	
	11	348.11.24	23.12.45,6	—30.21.36	9,76248	
	13	346.21 21	23. 5.25,4	—31.12.29	9,76458	
	15	344.26.39	22.57.46,6	—32. 2.15	9,76698	0,12357
	17	342.27.16	22.49.49,1	—32.50.36	9,76976	
	19	340.23.17	22.41.33,1	—33.37.10	9,77298	
	21	338.14.54	22.32 59,6	—34.21.35	9,77668	
	23	336. 2.26	22.24. 9,7	—35. 3.29	9,78092	0,15871
	25	333.46.18	22.15. 5,2	—35.42.28	9,78574	
	27	331.27. 4	22. 5.48,3	—36 18.12	9,79117	
	29	329. 5.24	21.56.21,6	—36 50.22	9,79721	
Juillet	1	326.42. 7	21.46.48,5	—37.18.43	9,80397	0,18978
	3	324.18. 5	21.37.12,3	—37.43. 1	9,81136	
	5	321.54.12	21.27.36,8	—38. 3. 9	9,81942	
	7	319.31.28	21.18. 5,9	—38.19. 3	9,82812	
	9	317.10.50	21. 8.43,3	—38.30.46	9,83745	0,21756
	11	314.53.15	20.59.33,0	—38.38.24	9,84738	
	13	312.39.31	20.50.38,1	—38.42. 9	9,85786	
	15	310.30.26	20.42. 1,7	—38.42.14	9,86886	
	17	308.26.37	20.33.46,5	—38.38.59	9,88032	0,24259
	19	306.28.33	20 25.54,2	—38 32.43	9,89220	
	21	304.36.35	20.18.26,3	—38.23.47	9,90443	
	23	302.51. 0	20.11.24,0	—38.12.32	9,91697	
	25	301.11.54	20. 4.47,6	—37.59.18	9,92977	0,26541
	27	299.39.21	19.58.37,4	—37.44.24	9,94278	
	29	298.13.17	19.52.53,1	—37.28. 9	9,95596	

M. **Delattre** écrit qu'il est parvenu à combiner l'*iode* et le *phosphore* avec le *sélénium*. Avant de faire connaître les circonstances dans lesquelles la combinaison s'effectue, nous attendrons que l'auteur ait pu étudier les composés produits.

M. **Casimir Ducros** présente une Note ayant pour titre : *Solution du problème de la course des voitures à vapeur et des convois entraînés sur des chemins de fer décrivant des courbes d'un petit rayon.*

M. **Berriat**, maire de la ville de Grenoble, et au nom de la municipalité de cette ville, prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission qui a été chargée de faire des recherches sur la *perte de température qu'une certaine masse liquide pourrait éprouver en coulant sous terre dans une longueur donnée de conduits*.

M. **Bianchi**, opticien à Toulouse, écrit qu'il est parvenu à obtenir des *images photographiques* d'objets transparents et d'objets opaques éclairés par une *lumière artificielle*.

M. **Nothomb** annonce qu'il a trouvé de l'avantage à substituer dans les *opérations photographiques* le *protochlorure de mercure* au mercure coulant employé dans le procédé de M. Daguerre.

M. **Maratueh** prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de constater les effets d'une méthode de traitement qu'il dit avoir essayée avec succès contre la *morve* des chevaux.

M. Maratueh sera invité à exposer sa méthode dans un Mémoire qu'on renverra alors à l'examen d'une Commission.

M. **Augustin Yañes** annonce l'envoi prochain d'*observations météorologiques* qu'il a faites à Barcelone.

MM. **Fichet** et **Lacaze** écrivent d'Orléans pour demander quelques éclaircissements relatifs à l'emploi de l'*aréomètre* dans la détermination de la densité du *vinaigre*, produit qui est pour la ville d'Orléans l'objet d'une importante fabrication.

M. **Durand** adresse une réclamation de priorité relativement à quelques-unes des idées émises dans une communication récente de M. *Lamé*.

La séance est levée à cinq heures. A.

(Pièces de la séance du 17 janvier.)

MÉMOIRES LUS.

Recherches sur la composition des gaz des hauts-fourneaux; par M. **Ebelmen.**

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Berthier.)

« Je me suis occupé dans ce travail de déterminer la composition à différentes hauteurs du courant de gaz qui circule à travers le haut-fourneau, en s'élevant depuis la tuyère jusqu'au gueulard. Ces recherches avaient un double but: chercher à apprécier, à l'aide des variations observées dans la nature du courant gazeux à diverses hauteurs, les réactions qui se passent dans l'appareil; en second lieu, déduire des analyses la quantité de chaleur et la température produite dans la combustion de ces gaz, ainsi que l'influence de la soustraction d'une partie plus ou moins considérable du courant sur la marche du haut-fourneau.

» Dans un travail publié en 1839 (1), M. Bunsen avait déterminé, par les procédés ordinaires de l'eudiométrie, la composition des gaz jusqu'à une certaine distance du gueulard, mais ses résultats ne conduisaient à aucune conclusion théorique.

» Des mélanges gazeux que j'avais à examiner pouvaient renfermer de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène pur ou carboné, enfin de l'azote. J'ai employé, pour en faire l'analyse, le procédé suivant :

» Le gaz était recueilli et mesuré dans une cloche graduée de $1^{\text{lit}},6$ de capacité, mobile de haut en bas dans une cuve cylindrique en fonte remplie de mercure; deux tubes recourbés, qui descendent jusqu'au fond de la cuve et remontent ensuite parallèlement à eux-mêmes jusqu'au-dessus du niveau du mercure, permettent d'introduire le gaz dans la cloche et de l'en faire sortir. Un de ces tubes communique avec la source de gaz, l'autre avec les appareils qui servent à l'analyse. Des robinets permettent d'établir ou de supprimer à volonté la communication.

» Le gaz était mesuré dans la cloche après avoir passé au travers d'un tube taré rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique concentré; après le mesurage, il traversait successivement: 1° un condenseur de Liebig, suivi d'un

---

(1) *Annales des Mines*, tome XVI, 3e série.

tube rempli de potasse solide qui retenait l'acide carbonique ; 2° un tube pesé contenant de l'oxyde de cuivre et chauffé, qui changeait les gaz combustibles en eau et en acide carbonique; 3° un tube rempli de chlorure de calcium en petits fragments pour condenser l'eau produite; 4° un second condenseur de Liebig, suivi d'un tube à potasse solide pour absorber l'acide carbonique formé dans la combustion. Enfin l'appareil se termine par une bouteille pleine d'eau et munie à sa partie inférieure d'une tubulure latérale traversée par un tube recourbé.

» La différence entre les poids du tube à combustion, avant et après l'expérience, donnerait exactement le poids de l'oxygène absorbé, si l'on pouvait remplir tout l'appareil d'azote en commençant l'expérience et en la terminant. Je réalisai cette condition d'une manière très-simple, en intercalant entre le gazomètre et la suite des tubes à analyse, un robinet à trois branches au lieu d'un robinet simple. L'un de ces robinets communiquait avec un tube en porcelaine rempli de cuivre métallique réduit par l'hydrogène et placé sur un fourneau. En faisant écouler l'eau contenue dans la bouteille à l'extrémité de l'appareil, on aspirait de l'air qui traversait un flacon rempli de potasse, puis se dépouillait complétement d'oxygène en passant sur le cuivre métallique. On aspirait ainsi 300 ou 400 centimètres cubes d'azote à travers l'appareil avant de commencer l'expérience. A la fin de l'analyse, on balayait tout l'appareil en y faisant circuler une nouvelle quantité d'azote.

» Les nombres donnés par l'analyse font connaître : 1° la vapeur d'eau et l'acide carbonique contenus dans le gaz; 2° l'hydrogène et le carbone de la partie combustible; 3° enfin l'oxygène qui les transforme en eau et en acide carbonique. Comme on a le volume total du gaz, on dose l'azote par différence. On peut, au surplus, déterminer directement la proportion d'azote. Il suffit de comparer, pendant un certain temps, le volume du gaz qui sort de la cloche avec celui de l'eau qui s'écoule de la bouteille et qui représente exactement celui de l'azote, lorsque la distribution du gaz dans l'appareil est devenue constante. Pendant la durée d'une même combustion, on peut faire plusieurs dosages successifs d'azote; ce moyen m'a servi de contrôle et de vérification dans une partie de mes expériences.

» L'appareil était placé près de la source de gaz, toutes les fois que la disposition des lieux le permettait, et le tube d'aspiration plongeait alors dans le courant et communiquait avec la cloche à mercure par l'intermédiaire d'un tube en U rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique. Lorsqu'il n'était pas possible d'opérer ainsi, on commençait par remplir de gaz une bouteille de trois à quatre litres à tubulure latérale inférieure, qui contenait aupara-

vant de l'eau recouverte d'une couche épaisse d'huile, puis on transportait cette bouteille près de l'endroit où le gazomètre était établi. J'indique avec détails dans mon Mémoire les procédés que j'ai employés pour aspirer le gaz dans la bouteille et pour le transvaser dans le gazomètre. Au moyen des dispositions que j'avais adoptées, j'arrivais à chasser complétement l'air des appareils avant d'y introduire le gaz qui restait toujours séparé de l'eau par une couche d'huile dans son passage d'un appareil à l'autre. J'ai constaté d'ailleurs que ces mélanges de gaz pouvaient séjourner plusieurs heures dans la bouteille d'aspiration sans éprouver de changement dans leur composition.

» Pour avoir un courant de gaz provenant de diverses hauteurs dans le fourneau, je faisais descendre par le gueulard une colonne de tuyaux en fonte qui s'enfonçait jusqu'à la profondeur voulue. Le gaz sortait du tuyau avec une vitesse d'autant plus grande qu'il provenait d'une profondeur plus considérable. Dans les parties inférieures du fourneau, on perçait des trous au fleuret à travers la maçonnerie, et l'on introduisait dans ces orifices des tubes de porcelaine qui donnaient issue au courant gazeux. J'ai éprouvé d'assez grandes difficultés pour prendre du gaz dans l'ouverture même de la tuyère. La chaleur produite dans cette partie du fourneau est tellement intense que des matières très-réfractaires, des tubes de fer forgé et de porcelaine, s'y fondent complétement en deux ou trois minutes. La disposition que j'ai employée me permettait de remplir de gaz la bouteille d'aspiration en quelques secondes.

» Cette série d'expériences a été exécutée dans des hauts-fourneaux, à Clerval et à Audincourt (Doubs). Les conditions de roulement de ces deux usines ne sont pas tout à fait les mêmes : l'une ne consomme que du charbon de bois, l'autre un mélange de bois et de charbon. Toutes les deux fondent des mélanges d'hydroxydes de fer argileux en grains avec des hydroxydes à pâte calcaire; mais à Audincourt on emploie en même temps une proportion très-notable de scories de forges. Les formes du vide intérieur sont très-notablement différentes d'un fourneau à l'autre. Tous les deux sont soufflés au vent chaud. Les résultats obtenus, par plus de quarante analyses, dans les deux usines conduisent à des conclusions théoriques identiques, dont je vais indiquer les principales.

» 1°. Les gaz à leur sortie du haut-fourneau marchant au charbon de bois, contiennent de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène et de l'azote; on n'y trouve point d'hydrogène carboné. A 2 ou 3 mètres du gueulard, la vapeur d'eau a à peu près disparu. A mesure qu'on descend, la proportion de l'hydrogène et celle de l'acide carbonique

diminuent, tandis que celle de l'oxyde de carbone augmente. Lorsqu'on arrive à la naissance des étalages, l'acide carbonique a disparu, et l'hydrogène est réduit au tiers du volume qu'il a au gueulard, et se maintient dans la même proportion jusqu'à la tuyère; il provient évidemment de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Vis-à-vis de la tuyère on voit reparaître l'acide carbonique, mais à une très-petite distance il est complétement changé en oxyde de carbone.

» 2°. Lorsqu'on emploie du bois mélangé au charbon, la carbonisation s'effectue complétement dans une zone du haut-fourneau très-peu élevée en hauteur, en même temps que l'expulsion de l'eau des minerais. A partir du point où cette distillation a lieu, les analyses de gaz conduisent aux mêmes conséquences que dans un fourneau marchant au charbon de bois seul.

» Pour apprécier, d'une manière exacte, les modifications successives qu'éprouve l'air en s'élevant depuis la tuyère jusqu'au gueulard, il faut comparer la proportion de chacun des éléments qui entrent dans le mélange à une même quantité du seul élément invariable, l'azote, dont la masse totale reste la même, du bas en haut de l'appareil. Si l'on fait cette comparaison, on trouve, en tenant compte de la composition du lit de fusion :

» 1°. Que le charbon, en descendant dans le fourneau depuis le gueulard jusqu'aux étalages, ne perd que les matières volatiles qui s'en dégageraient par la calcination en vases clos. Dans toute cette partie du fourneau il ne s'opère aucune action chimique, entre le minerai et le charbon d'une part, et de l'autre entre le charbon et l'acide carbonique provenant de la réduction.

» 2°. Tout l'hydrogène dégagé par le charbon de meules dans sa distillation se retrouve à l'état de liberté dans les gaz du gueulard, avec celui provenant de la décomposition de la vapeur d'eau contenue dans l'air injecté. Ce gaz ne concourt en rien à la réduction du minerai.

» 3°. La réduction de l'oxyde de fer est en grande partie effectuée lorsqu'on arrive aux étalages. Elle est produite uniquement, sur toute la hauteur de la cuve, par la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique, et s'opère, par conséquent, sans consommation de charbon.

» 4°. La réduction de l'oxyde de fer s'achève dans la partie inférieure du fourneau, mais elle a lieu, dans cet intervalle, avec production d'oxyde de carbone, et, par conséquent, avec consommation de combustible. Les silicates de fer, les scories de forges ne se réduisent que dans cette partie du fourneau. Cette circonstance explique pourquoi les minerais silicatés, et ceux qu'un commencement de réduction amène facilement à cet état, occa-

sionnent dans leur traitement de plus grandes consommations de combustible que les minerais facilement réductibles. Le charbon consommé depuis les étalages jusque vers la tuyère, est à Clerval les $\frac{6}{100}$, et à Audincourt les $\frac{12}{100}$ du carbone total; c'est dans cette zone, où le gaz est essentiellement formé d'oxyde de carbone et d'azote, que s'effectue la carburation du métal.

» 5°. La fusion des matières a lieu, d'après tous les métallurgistes, à une petite distance au-dessus de la tuyère. Les limites de la zone de fusion me paraissent devoir être les mêmes que celles de la zone où la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone est complète.

» Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter en 1840 à l'Académie, j'ai montré que les expériences de Dulong sur les chaleurs de combustion, prouvaient que la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone était accompagnée d'une absorption considérable de chaleur latente. La combustion d'une moitié du charbon devant la tuyère développe une température extrêmement élevée qui s'abaisse très-rapidement par la combustion de l'autre moitié. Cet abaissement brusque de température me paraît caractériser les fourneaux à cuve, et les distinguer nettement des fours à réverbères, où le maximum de chaleur se produit à la fois sur un assez grand espace.

» Les formes intérieures des hauts-fourneaux que l'on modifie d'après la pression du vent, la nature du charbon et des minerais, sont en rapport avec les limites de la zone de fusion, qui doivent varier avec les mêmes circonstances.

» Dans une dernière partie de mon travail, je déduis, des résultats des analyses comparés au roulement du fourneau : 1° le volume total du gaz qui traverse une section donnée du fourneau dans l'unité de temps; 2° la quantité d'air atmosphérique nécessaire pour la combustion; 3° la quantité totale de chaleur qu'elle peut produire; 4° enfin la température qu'elle permet d'atteindre. Ce dernier nombre a été calculé pour tous les gaz en les supposant ramenés, ainsi que l'air comburant, à la température zéro : il est par conséquent un minimum.

» Les nombres obtenus sont réunis dans un tableau, et l'on peut en conclure : 1° que la proportion de gaz qui traverse une certaine zone du fourneau dans une minute, croît avec la distance de cette zone à la tuyère; 2° que la quantité de chaleur produite par la combustion croît, à mesure qu'on s'éloigne du gueulard, jusqu'à une certaine distance au-dessus des étalages, à partir de laquelle elle diminue très-notablement; 3° que la température de combustion croît en descendant jusqu'à une faible distance du grand ventre, à partir de laquelle elle reste constante. Les températures calculées varient entre 1300°

et 1900°. La combustion des gaz pris au gueulard développe une quantité de chaleur qui représente à Clerval les $\frac{62}{100}$ et à Audincourt les $\frac{67}{100}$ de la valeur calorifique du charbon et du bois employés.

» L'emploi des gaz des hauts-fourneaux a reçu, dans ces derniers temps, une nouvelle importance par l'application qu'on en a fait à l'affinage de la fonte au four à réverbère. Dans ce procédé, on brûle le courant de gaz pris dans le fourneau à une certaine distance du gueulard, et qui arrive dans le four à puddler un peu en avant de la sole, par de l'air chauffé à 200° ou 300°, que l'on projette par plusieurs tuyères parallèles dans le même sens que celui du mouvement du gaz. Dans ce mode de combustion, le gaz est complétement brûlé à une faible distance de l'orifice d'arrière, et le lieu du maximum de température se trouve à peu près invariable, ce qui n'arrive jamais quand on laisse le mélange du gaz avec l'air comburant se faire naturellement. On se trouve donc dans les meilleures conditions pour obtenir le maximum d'effet indiqué par la théorie.

» Après avoir comparé la quantité de chaleur donnée par la combustion des gaz des hauts-fourneaux avec celle développée par la houille nécessaire à l'affinage de la fonte produite par ce fourneau, j'examine, à la fin de mon Mémoire, s'il n'y aurait pas avantage à généraliser le procédé de combustion de M. Faber-Dufaur, et à substituer, dans la plupart des cas où l'on se sert de fours à réverbère, la combustion d'un gaz à celle d'un solide.

» Dans les fourneaux à cuve on obtient, vis-à-vis de la tuyère, une température extrêmement élevée, qui s'abaisse très-rapidement par la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone. Dans les fours à réverbère l'air ne traverse qu'une faible épaisseur de combustible placé sur une grille, et l'on doit chercher à régulariser cette épaisseur, de manière que le courant d'air ne renferme après son passage, ni oxygène, ni oxyde de carbone en excès. Mais cette condition est presque impossible à réaliser dans la pratique, et il est facile de voir, en examinant ce qui se passe dans un four à réverbère alimenté avec de la houille, que la combustion ne s'opère pas de la même manière sur les différents points de la grille. En certains points il y a excès d'air, plus loin excès de gaz combustibles, et le mélange n'a lieu complétement qu'à une assez grande distance de la grille. Supposons, au contraire, que l'on puisse placer sur la grille une épaisseur de 2 à 3 mètres de combustible, que cette grille soit traversée par un courant d'air forcé, et que les gaz, en sortant de ce fourneau à cuve, et n'ayant rien perdu de leur chaleur sensible, soient brûlés immédiatement par un courant d'air injecté à la fois par plusieurs orifices, il est évident que la température de combustion sera la même

que celle produite dans la première période de la réaction de l'air sur un excès de charbon; mais ici cette température pourra se développer sur un grand espace, puisque l'acide carbonique formé ne se transformera plus en oxyde de carbone.

» Quelques essais faits à Audincourt, de concert avec M. Jeanmaire, directeur de ces usines, nous ont prouvé qu'on pouvait chauffer au blanc un four à réverbère, y fondre et y puddler la fonte, en produisant et brûlant le gaz comme je viens de l'exposer. Nous avons constaté qu'avec de la braise et du fraisil de halle, c'est-à-dire avec un mélange de poussier de charbon et de matières terreuses, on arrivait à ce résultat sans difficulté.

» Au lieu d'employer l'action de l'air sur un excès de charbon pour produire un gaz combustible, on peut se servir de vapeur d'eau qui donne, comme on sait, au contact du charbon incandescent, un mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène. La chaleur de combustion de l'hydrogène est, à volume égal, d'après Dulong, la même que celle de l'oxyde de carbone, et l'on en déduit facilement que la décomposition de la vapeur d'eau par le charbon détermine une absorption de chaleur latente égale à celle que produisait la transformation d'un même volume d'acide carbonique en oxyde de carbone.

» Nous avons cherché à produire le gaz combustible, 1° par la vapeur d'eau seule; 2° par un mélange d'air et de vapeur d'eau.

» Pour produire un gaz combustible par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon, nous avions placé un cylindre en fonte rempli de charbon dans la cheminée du four à puddler; nous avons commencé par le faire rougir, puis on y a lancé de la vapeur d'eau. On obtenait immédiatement un dégagement très-abondant de gaz qui produisait une flamme intense devant la caisse à vent, mais l'action cessait au bout de quelques minutes. Il nous a paru évident que nous n'arrivions pas à restituer assez promptement au charbon contenu dans l'intérieur du cylindre la chaleur latente absorbée par la décomposition, et la vapeur passait alors sans altération. Il aurait fallu, pour réussir, opérer sur un plus long développement de tuyaux et lancer de la vapeur portée à une haute température. Le degré de chaleur obtenu par la combustion d'un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène serait encore beaucoup plus élevé que celui produit par le mélange d'oxyde de carbone et d'azote, tel qu'il résulte de l'action de l'air sur un excès de charbon.

» En projetant à la fois dans le même foyer, de l'air et de la vapeur d'eau, on y abaisse la température de combustion; mais le gaz obtenu est plus riche en

oxyde de carbone et en hydrogène, et restitue en brûlant dans le four à réverbère toute la chaleur latente absorbée.

» Ces essais, que le temps ne m'a pas permis de continuer, m'autorisent pourtant, je crois, à présenter cette conclusion. Avec toute espèce de combustibles, même avec ceux qui renferment beaucoup de parties terreuses, on peut arriver à produire, par l'emploi simultané ou séparé de l'air et de la vapeur d'eau, un gaz dont la combustion donnera les températures les plus élevées dont on ait besoin dans l'industrie du fer. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation de l'Ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Payen* comme membre de l'Académie, Section d'Économie rurale.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Payen prend place parmi ses confrères.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 3, in-4°.

Traité des sections tendineuses et musculaires, dans le Strabisme, la Myopie, le Bégaiement, les Pieds-Bots, etc.; par M. BONNET; 1 vol. in-8°, et atlas in-8°; Lyon, 1841.

Traité des Maladies des Femmes; par MM. BLATIN et NIVET; 1 vol. in-8°.

Du Diagnostic de la Grossesse par l'examen de l'urine; par M. ÉGUISIER; in-8°.

Rapport présenté à la Faculté de Médecine de Montpellier, relatif à une nouvelle condition pour le Doctorat, sur laquelle M. le Ministre de l'Instruction publique demandait l'avis de la Faculté; par M. le professeur D'AMADOR; 1841; in-4°.

Études des changements moléculaires que le Sucre éprouve sous l'influence de l'eau et de la chaleur; par M. E. SOUBEIRAN; broch. in-8°.

Mémoire au Roi, en son conseil des Ministres; par M. LETOURNEUR, capitaine de vaisseau; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; janvier 1842, in-8°.

Paléontologie française; 35e livr., in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; janvier 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; janvier 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; janvier 1842; in-8°.

Réponse pour servir de réfutation aux opinions et à la critique du Rapport de M. C. Duméril, sur mon Mémoire concernant les Ophidiens, lu à l'Académie des Sciences le 5 *mars* 1832; *par* M. LAMARRE-PICQUOT; 1835, in-8°.

Histoire naturelle, générale et particulière des Insectes névroptères; première monographie, famille des Perlides; par M. PICTET; 5e livr.; Genève; in-8°.

Opere... *Sur le cuivre oxydé natif ou Ténorite; par* M. G. SEMMOLO; Naples, 1841, in-8°. (Présenté par M. d'Hombres-Firmas.)

Al terso consesso... *Mémoire adressé au troisième Congrès des Savants étran-*

gers qui doit se réunir à Florence en septembre 1841 (*question proposée relativement à la Géographie physique et à la Géographie ancienne*); *par* M. F. DE LUCA; Naples, 1841; in-8°.

Sulla memoria... *Sur le Mémoire précédent, pour revendiquer en faveur de l'École italienne, des recherches de Géométrie ancienne; par* le même; Naples, 1841.

Fenomeni... *Sur les phénomènes de la Vision; par* M. L. BRENTA, opticien; Milan, 1838; in-8°.

Gazette médicale de Paris; 1842, n° 4.

Gazette des Hôpitaux; n° 8 à 10.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 238.

L'Echo du Monde savant; n°s 697 et 698.

L'Examinateur médical; tome II, n° 4.